

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DEL TIEMPO
DE FABRICACIÓN EN LAS CARROCERÍAS
SECAS DE PANEL, EN LA EMPRESA
SISTEMAS REFRIGERADOS I.Z, DURANTE
EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019

PROYECTO PARA OPTAR POR EL
BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: MARIANELA ROJAS MURILLO

TUTOR: OSCAR CHAVARRIA CALDERÓN

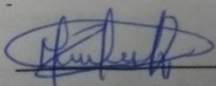
HEREDIA, JULIO,2019

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Marianela Rojas Muñillo, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 20737578 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente aperebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Propuesta de disminución del tiempo de fabricación en carrocería secas de panel, en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z, durante el primer cuatrimestre del 2019, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 1 días del mes de Agosto del año dos mil 19.



Firma del estudiante

Cédula: 207370578

CARTA DEL LECTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 01 de agosto de 2019.

Sres.
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estimados señores:

La estudiante **MARIANELA ROJAS MURILLO**, cédula de identidad número 207370578, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **PROUETA DE DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE FABRICACIÓN EN LAS CARROCERÍAS SECAS DE PANEL, EN LA EMPRESA SISTEMAS REFRIGERADOS IZ, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRES DEL 2019**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	10
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	15
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		82

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA
CALDERON (FIRMA)

Firmado digitalmente por
OSCAR ALBERTO CHAVARRIA
CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2019.08.01 17:44:51
+0500'

ING. ÓSCAR ALBERTO CHAVARRÍA CALDERÓN
CÉDULA 109650295, CARNET # II-31443

CARTA DEL LECTOR

Heredia, 26 de Noviembre de 2019.

Señores

Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante Marianela Rojas Murillo, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: Propuesta de disminución del tiempo de fabricación en las carrocerías secas de panel, en la empresa sistema refrigerados IZ, durante el primer cuatrimestre del 2019., el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Ing. Marco Cartín, MII.

Ced: 110610393

Carné Colegio Profesional: II-15546

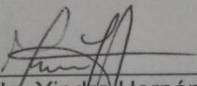
CARTA DE FILÓLOGA

Señores
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial

Estimados señores:

He leído y corregido el trabajo final de graduación denominado: "PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE FABRICACIÓN EN LAS CARROCERÍAS SECAS DE PANEL, EN LA EMPRESA SISTEMAS REFRIGERADOS I.Z, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019" Elaborado por la sustentante Marianela Rojas Murillo, cédula: 207370578, para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Corregí aspectos de estructura de párrafos, vicios de lenguaje, ortografía, puntuación y otros. Considero que está listo para ser presentado como trabajo final de Graduación, por cuanto cumple con lo establecido por la Universidad.


Licda. Yindra Hernández Loría
Cédula: 206430653
Código: 25256

CARTA DE AUTORIZACIÓN

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 14 de enero de 2020

Señores:

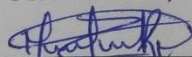
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Marianela Rojas Murillo con número de identificación 207370578 autor (a) del trabajo de graduación titulado Propuesta de disminución del tiempo de fabricación en las carrocerías secas de panel, en la empresa sistemas refrigerados I.Z, durante el primer cuatrimestre del 2019 presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial ; (SI / NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

 207370578
Firma y Documento de Identidad

Dedicatoria

A Dios, por darme la fuerza de terminar la carrera. A mí querida madre Marita Murillo Quirós por animarme a cumplir mis sueños. A mis hermanas y padre.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por todas las bendiciones de poder estudiar y a mi familia que me ha apoyado en el proceso universitario.

A los profesores que me impartieron los cursos hasta llegar a esta instancia.

También a la empresa Sistemas Refrigerados I.Z por darme la oportunidad de realizar la investigación del proyecto.

Índice

Tabla de contenido	
DECLARACIÓN JURADA	ii
CARTA DEL LECTOR	iii
CARTA DEL LECTOR	iv
CARTA DE FILÓLOGA	v
CARTA DE AUTORIZACIÓN	vi
Dedicatoria	vii
Agradecimientos	viii
Índice	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
Acrónimos y Siglas	xvii
Resumen	xviii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	xix
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	13
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	14
1.2.1 Descripción general de la empresa.....	14
1.2.2 Organigrama	15
1.2.3 Antecedentes del contexto de la empresa	16
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3.1 La idea del problema	17
1.3.2 Definición del problema	18

1.3.3 Justificación	19
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	20
1.4.1 Objetivo General.....	20
1.4.2 Objetivos Específicos	20
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	21
1.5.1 Alcances.....	21
1.5.2 Limitaciones	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	23
2.1.1 Ingeniería Industrial	23
2.1.2 Proceso	23
2.1.3 Estandarización	24
2.1.4 Estudio de tiempo	24
2.1.2 Medición de trabajo	25
2.1.3 Valoración del ritmo de trabajo	25
2.1.4 Tiempo observado	27
2.1.5 Tiempo normal.....	27
2.1.6 Tiempo estándar.....	27
2.1.7 Muestreo de trabajo.....	28
2.1.8 Muestreo	29
2.1.9 Muestreo Probabilístico	29
2.1.10 Cálculo de tamaño de muestra	30
2.1.11 Suplementos	31
2.1.12 Lluvia de ideas.....	33

2.1.13 Entrevista	34
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	34
2.2.1 Six Sigma	34
2.2.1 DMAID.....	35
2.2.1.3 Analizar	36
2.2.1.5 Controlar	37
2.2.2 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.....	38
2.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO	39
2.2.4 DIAGRAMA DE GANTT	41
2.2.5 DIAGRAMA DE PARETO	42
2.2.6 DIAGRAMA DE OPERACIONES	42
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	43
2.3.1 Metodología del diseño.....	43
2.3.2 Resolución de problemas	44
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTO O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	45
2.4.1 Proyectos o experiencias semejantes.....	45
CAPÍTULO III	47
MARCO METODOLÓGICO.....	47
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	48
3.1.1 Fase DMAIC: Definir.....	48
3.1.2 METODOLOGÍA PARA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO	49
3.1.3 Fase DMAIC: Medir	49
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN PUESTA EN PRÁCTICA EN UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO ..	50
3.3.1 Fase DMAIC: Analizar	51

3.3.2 Fase DMAIC: Mejorar	51
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	52
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	52
3.5.1 Fase DMAIC: Controlar	53
CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA	54
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	55
4.1.1 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de carrocería seca	55
4.1.2 Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de carrocería.....	56
4.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO.....	61
4.2.1 Lluvia de ideas.....	61
4.2.2 Entrevista	62
4.2.3 Análisis de recolección de datos.....	64
4.2.3 Diagrama de Ishikawa	66
4.2.4 Diagrama de Pareto	69
4.3 MEDICIÓN Y ANÁLISIS	71
4.3.1 Análisis de carrocerías secas	71
4.3.1 Determinación del tamaño de la muestra	76
4.3.2 Análisis de tiempos de la muestra en estudio para carrocerías secas de panel	78
4.4 Cálculo de tiempo básico y tiempo estándar.....	79
4.6 REPORTE DE HORAS EXTRAS DURANTE EL CUATRIMESTE	81
Fuente: Elaboración propia.....	82
4.7 CONCLUSIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL.....	83
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	84
5.1 Solución número 1: Implementación de estandarización el proceso.	85

5.1.1 Propuesta de implementación de estandarización del proceso de carrocerías secas de panel.	86
5.2 Solución número 2: Propuesta cambiar la distribución del grupo de trabajo.	86
5.3 Solución número 3: Propuesta hoja de verificación de actividades	88
5.4 Solución número 4: Propuesta de plan de acción.	91
5.5 BENEFICIOS DE LAS PROPUESTAS	93
5.5.1 Mejora del tiempo de producción.....	93
5.5.2 Eliminación de horas extras.....	94
6.1 Inversión de la implementación.....	96
6.1.1 Costo total de la inversión	99
6.1.2 Beneficios de la inversión	99
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6.2 Conclusiones	101
6.2 Recomendaciones	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS	106
6.1 Anexo. Propuesta de estatización del proceso para carrocería seca de panel, dimensión de 3,30 metros.....	106
6.2 Anexo. Cálculo del tiempo básico.....	121
6.3 Anexo. Cálculo del tiempo estándar.....	122
6.4 Anexo. Cálculo de la muestra por elemento.....	123
6.5 Anexo. Cálculo de toma de tiempos para la muestra n	125
6.6 Anexo. Tabla resumen de toma de tiempos.....	126
6.7 Anexo. Tabla de valoración norma británica.	127
6.8 Anexo. Tabla de Suplementos	128
6.9 Anexo. Entrevista general.	129

.....	129
6.10 Anexo. Entrevista a operario número 1	130
6.11 Anexo. Entrevista a operario número 2	131
6.12 Anexo. Entrevista a operario número 3	132
6.13 Anexo. Hoja de verificación	133
6.14 Anexo. Instructivo de hoja de verificación	134
6.15 Anexo. Metodología de plan de acción.	135
Anexo 6.16. Propuesta del diagrama de Gantt del proceso	138
6.17 Anexo. Salario por jornada diurna, según el Ministerio de Trabajo	138
6.18 Anexo. Fotos del producto	139
Anexo 6.19: Evidencias de visitas a la planta	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa.....	15
Figura 2: Producto final	16
Figura 3. Diagrama de causa y efecto	39
Figura 4. Diagrama de flujo.....	40
Figura 5. Gráfica de Gantt.....	41
Figura 6 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de carrocerías secas.	56
Figura 7. Diagrama de operaciones	57
Figura 8. Resumen de diagrama de operaciones.....	58
Figura 9 Análisis de datos tomados de la lluvia de ideas	66
Figura 10: Diagrama Ishikawa	67
Figura 13. Diagrama de Gantt del proceso mejorado.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de periodicidad	63
Tabla 2 Entrevista aplicada a los colaboradores	64
Tabla 3. Análisis de datos.	65
Tabla 4. Problemas del proceso de carrocerías secas	69
Tabla 5. Carrocerías del cuatrimestre	72
Tabla 6. Cantidad de carrocerías ordenadas por dimensiones	74
Tabla 7 Cálculo de muestra n	77
Tabla 8 Tiempo estándar de fabricación de carrocerías.....	78
Tabla 9. Escala de valoración del ritmo de trabajo	79
Tabla 10. Comparación de minutos vs carrocerías producidas	81
Tabla 12: Reporte de horas extras del cuatrimestre	82
Tabla 13. Comparación de tiempos promedio actual vs tiempos promedio modificado	88
Tabla 14. Propuesta de plan de acción.	91
Tabla 15. Comparación de horas activas con respecto a la producción mensual actualmente.	95
Tabla 16. Comparación de minutos efectivos con respecto a la producción mensual propuesta.....	95
Tabla 17: Costo de Implementación.....	96
Tabla 18. Costo de la inversión.....	99

Acrónimos y Siglas

DIMAI:

D: Definir

M: Medir

A: Analizar

I: Mejorar (Improve)

C: Controlar

I.Z: Irias Zumbado

S.A: Sociedad Anónima

ISO: Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization)

ANSI: Instituto Nacional Americano de Estándares (American National standards Institute)

OIT: Organización Internacional de Trabajo

Resumen

El presente resumen hace referencia al trabajo de investigación realizado en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z S.A, ubicada en Atenas, Alajuela, durante el primer cuatrimestre del 2019.

Se tiene como principal idea la propuesta para disminuir el tiempo de fabricación de carrocerías secas de panel.

Para comprender mejor el proceso, se utilizó la metodología de DMAIC, la cual hace referencia a cinco factores, tales como: definir, en este factor se define el problema principal y cuáles herramientas se utilizó para identificarlos. El segundo factor es medir los resultados obtenidos como la toma de tiempos y la demanda de carrocerías durante el primer cuatrimestre. El tercer factor es el análisis de los resultados obtenidos en los dos anteriores factores. El cuarto factor es la mejora, para ello se establece las mejoras según el análisis realizado y las posibles soluciones a los problemas que ocasiona retrasos en la fabricación de carrocerías. Por último, el quinto factor de controlar, en este se proporciona una estructura que controle las soluciones propuestas para que funcione de manera adecuada.

A raíz de las causas encontradas durante la investigación del trabajo se logró proponer cuatro soluciones a los problemas encontrados, los cuales son: La estandarización del proceso de fabricación de carrocerías secas, cambiar la distribución de los grupos de trabajo, hoja de verificación de actividades y un plan de acción a las causas encontradas que generan contra tiempo durante el proceso.

Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, ya que se pudo reducir el tiempo promedio de fabricación de carrocerías de 1362 minutos a ser 961 por carrocería, que equivale a un 29%, también se pudo reducir las horas extras, pues se logró llegar a una meta de producción de 10 carrocerías mensuales y produciendo una más al mes, lo cual se ahorraría **¢ 1,428,898**; producto de las horas extras.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El siguiente proyecto se realizará en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z S. A, ubicado en Río Grande de Atenas, Alajuela, la cual se dedica a la fabricación de carrocerías secas y refrigeradas.

La empresa tiene aproximadamente dos años de haber incursionado en el ámbito comercial de fabricación de carrocería, tanto secas como refrigeradas, la misma se ha expandido de manera exponencial, por ende, estos cambios han sido apresurados y han hecho que la empresa no tenga una adecuada planificación al momento de la producción.

A partir de ello, la investigación se efectuará en la línea de producción de carrocerías secas únicamente, donde se analizarán diferentes aspectos ingenieriles que engloban las técnicas necesarias para determinar los problemas que enfrenta la empresa, y así poder determinar aspectos relevantes del proceso productivo.

Esta línea de investigación comprende las operaciones industriales, ya que se evidenciará el diseño de la línea de producción y sus principales distribuciones del espacio en las áreas de trabajo, entre otras más.

Según el seguimiento de las operaciones industriales, la empresa actualmente no cuenta con una estandarización de procesos, lo cual hace que los tiempos de fabricación de las carrocerías sean irregulares, ya que no siguen una guía para efectuar dicha labor.

Se pretende mejorar el diseño del proceso productivo y la estandarización del proceso de fabricación de carrocería secas, con el fin de ayudar a los operarios a identificar las deficiencias y que puedan tomar la mejor decisión al respecto, así como a la parte administrativa de la empresa para que pueda tener una mejor planificación de la producción.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.2.1 Descripción general de la empresa

Sistema Refrigerados I.Z. S.A es una empresa costarricense, ubicada en Río Grande de Atenas, se dedican a la fabricación de carrocerías secas, refrigeradas y tolvas para camiones.

La empresa tiene aproximadamente dos años de estar en el mercado, cuenta con 45 colaboradores. Sus productos son comercializados a empresas como Grupo Q, Veinsa y Purdy Motor.

Misión

No posee misión, por medio de una entrevista a los dueños se indica lo siguiente: “Que todo inicia con una idea y lo que quieren es consolidarse en el mercado costarricense y mejorar.”

Por ende, se les propuso la siguiente misión y visión:

Misión

Brindar soporte y confianza a nuestros clientes, ofreciendo productos de alta calidad y asistencia a nivel nacional.

Visión

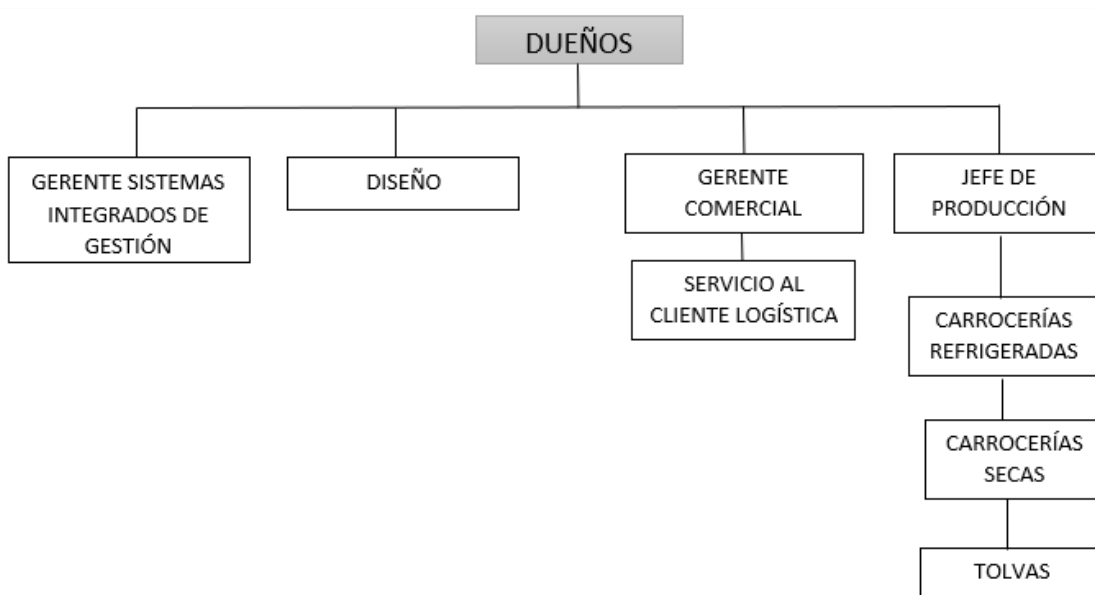
Ser una empresa altamente competitiva e innovadora en la fabricación de carrocerías para camión y vehículos de carga; siendo una organización sólida y confiable.

1.2.2 Organigrama

Sistemas Refrigerados I.Z S. A, está dirigido por sus dueños José Manuel Irías Quesada, José Pablo Zumbado Cubero y el gerente Claudio Rodríguez.

A continuación, esquema en cual se divide la estructura de la empresa.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

Para Sistemas Refrigerados la calidad de acabado en sus productos es muy importante y el cliente se sienta satisfecho con el producto.

Figura 2: Producto final



Fuente: Shirley,M (2019). Carrocerías secas. Recuperado de <https://leaho.com/wp-content/uploads/2018/11/SECA1.jpg>

1.2.3 Antecedentes del contexto de la empresa

La empresa Sistemas Refrigerados I.Z S.A, inicia sus operaciones en el 2017, asociada a la empresa Grupo Leaho, ubicada en Río Grande de Atenas. En primera instancia, se llegó a un convenio de poder utilizar su terreno para construir una planta de producción debidamente adecuada a las necesidades requeridas para llevar a cabo la operación de la fabricación de carrocerías para camión.

El señor José Manuel Irias Quesada dueño de Grupo Leaho se asocia con el señor José Pablo Zumbado Cubero y crean la empresa llamada Sistemas Refrigerados I.Z S.A A partir de ese momento inician la fabricación de carrocerías secas, refrigeradas, tolvas para camión y reparación de carrocerías (I Manual, comunicado personal, 11 de febrero de 2019).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 La idea del problema

En la Empresa Sistemas Refrigerados I.Z S.A, los operarios realizan sus labores por cuenta propia, cada decisión que toman durante el proceso de fabricación de la carrocería es de manera apresurada y sin un proceso adecuado, esto porque no cuentan con una guía de seguimiento en el proceso de fabricación de carrocerías secas ni con el proceso estandarizado, lo que provoca errores en la línea de producción y retrabajos de una hora por carrocería, lo que hace el proceso deficiente, pues se logra fabricar apenas siete carrocerías mensuales. Debido a esta situación, no cumplen con la demanda que consta de 10 carrocerías secas mensuales, lo que ocasiona que los operarios tengan que laborar seis horas extras a la semana para poder entregar a tiempo los pedidos.

Por otra parte, para llevar a cabo la fabricación de carrocerías, en la parte de ensamble de caratula se cuenta con cinco operarios, los cuales se dividen en dos grupos, uno de dos personas y el otro de tres. Cada grupo debe formar una carrocería, solamente una persona por grupo es la que sabe a cabalidad el proceso de forma adecuada, lo cual retrasa el mismo hasta dos días y las demás actividades diarias.

1.3.2 Definición del problema

La empresa Sistemas Refrigerados I.Z S.A ha crecido de manera exponencial, por lo cual su desarrollo se ha visto comprometido. Por ello los problemas cada vez son más notables. Debido a la insuficiencia y desorden del proceso productivo, los tiempos de entrega de los productos son retrasados hasta dos días, lo que conlleva al incumplimiento de las fechas pactadas con los clientes y además una meta de producción que cada vez es más lejana de cumplir. Por consiguiente, el proceso productivo ha sido lento por falta de la estandarización del proceso, una mala gestión en la planificación de la producción, ya que los operarios realizan las acciones según le parezca sin control o regulaciones, esto hace que se comentan muchos errores durante la fabricación de las carrocerías.

Una de las principales afectaciones la sufre el departamento de ventas, ya que no saben con exactitud el tiempo estimado en el que estará listo el producto, ante esto, no se le puede brindar información oportuna al cliente que espera el producto.

1.3.3 Justificación

La importancia de esta investigación es que al mejorar los tiempos de producción se logrará una mayor productividad y rentabilidad de las operaciones.

Para la empresa Sistemas Refrigerados I.Z S.A, la investigación es de gran ayuda, porque por medio de este trabajo se va a permitir un análisis de los procesos productivos que se componen de la fabricación de carrocerías secas. Además de poder identificar los tiempos requeridos por etapa del proceso, donde se podrá determinar la eficiencia del proceso y el nivel productivo que este demuestra.

Por ende, será de gran beneficio para los operarios para que tomen mejores decisiones durante el proceso y así proporcionar un adecuado conocimiento en la elaboración de carrocerías secas para que puedan detectar a tiempo malas prácticas en la producción de carrocerías, además de eliminar las horas extras.

Cabe destacar que, con los resultados obtenidos, se logrará una mejora continua y subsanar los errores cometidos en el pasado, acercándose al cumplimiento de metas establecidas y mejoras en la funcionalidad de la empresa.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo General

Mejorar el proceso de la línea de producción de carrocerías secas de panel de 3,30 metros de largo, alcanzando un proceso ordenado en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z, durante el primer cuatrimestre del 2019.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los procesos que componen el sistema de carrocerías secas en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z
2. Analizar el tiempo de producción del proceso de elaboración de carrocerías secas.
3. Realizar propuestas de mejora, según los datos analizados para poder reducir el tiempo de fabricación de carrocerías secas.
4. Analizar la rentabilidad de las propuestas para la implementación el proyecto.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

Este proyecto se realizará en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z S. A, en el área de carrocerías secas de panel de 3,30 metros de largo únicamente. Con el fin de aportar conocimiento ingenieril a los operarios y el sector administrativo para la mejora del proceso, abarcado diferentes métodos útiles para hacer posible la meta propuesta por la empresa.

Además, se pretende alcanzar un mejor desarrollo de las actividades diarias realizando controles y planificando adecuadamente la producción de las carrocerías secas.

1.5.2 Limitaciones

Al realizar cambios administrativos en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z, al inicio del proyecto no se contaba con un jefe de planta, esto limitó cierta información del trabajo. Una vez contratado permitió una mejor aclaración del proceso.

Por consiguiente, por temas de reorganización, no se cuenta con departamentos establecidos ni consolidados, esto dificulta la información importante sobre procedimientos de la planta de fabricación de carrocerías secas. Además de la constante rotación del personal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

En la investigación se relacionarán diferentes conceptos y herramientas ingenieriles para llevar a cabo un adecuado seguimiento del proyecto.

2.1.1 Ingeniería Industrial

Según Roos W. Hammond (1996) “La Ingeniería Industrial abarca el diseño, la mejora e instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipo. Con sus conocimientos especializados y el dominio de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, juntamente con los principios y métodos del diseño y análisis de ingeniería, permite predecir, especificar y evaluar los resultados a obtener de tales sistemas”.

2.1.2 Proceso

Según la ISO (2018), los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida. En estas actividades pueden intervenir partes tanto internas como externas y también hay que tener en cuenta los clientes.

Para que todo proceso sea adecuado, se debe tomar en cuenta todas las variables que determinan su función dentro de cualquier ámbito que esté presente y abarcar su inicio a detalle hasta llevar al final, recabando minuciosamente aquello que nos permita visualizar la transformación de un proceso durante cualquier actividad realizada o por realizarse.

Para efectos del trabajo por realizar, se analizará el proceso mediante el uso de diagramas que nos permita demostrar la transformación de los elementos que conllevan

la fabricación de la carrocería seca desde el inicio del proceso hasta el final tomando en cuenta todos los detalles que intervienen en la elaboración de las carrocerías secas.

2.1.3 Estandarización

Un estándar, tal como lo define la ISO “son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito.”

De igual manera, el logro de realizar una estandarización en un proceso es ordenar y estabilizar un comportamiento del producto o servicio con calidad, mejorando el uso de recursos.

2.1.4 Estudio de tiempo

De acuerdo con Kanawaty (1996), el estudio de tiempo es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (p.77).

Material fundamental para toma de tiempo:

- Cronómetro
- Tablero de observaciones
- Formulario de estudio de tiempo

Por consiguiente, el estudio de tiempo es una herramienta muy importante para determinar el uso del tiempo en las actividades correspondiente durante un proceso, ya que con este estudio se puede averiguar cuánto están durando los operarios por

actividad, lo que genera un balance que nos permite identificar en cuáles etapas del proceso hay mayor uso del tiempo.

2.1.2 Medición de trabajo

Según la oficina Internacional de Trabajo (OIT), la medición de trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte el trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, ejecutándola según una norma de ejecución preestablecida. (Cuatrecasa, 2017)

Trabajador calificado: “Es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso, según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad”. (Kanawaty, 1996, p. 306).

Por ende, para complementar la definición de medición de trabajo, se entiende que es el estudio que se le ejerce a un trabajador siguiendo las técnicas adecuadas, según el proceso a realizar, mediante la caracterización del tiempo, abarcando sus cualidades de conocimiento en la ejecución de las etapas establecidas durante el proceso de fabricación de un producto o servicio.

2.1.3 Valoración del ritmo de trabajo

El procedimiento de valoración consiste en comparar la velocidad del trabajo de un operario con la imagen mental de un hombre normal. Esto significa calificar el rendimiento de la actividad de trabajo observada y su dificultad.

Escala de valoración - norma británica

Según la OIT, en lo referente a la valoración del ritmo, ésta se realiza en forma conjunta a la medición y tiene como objetivo determinar el tiempo básico que el trabajador calificado promedio utiliza para realizar la tarea. Asimismo, es una variable que debe ser juzgada por un analista que conozca en pleno la actividad que está evaluando.

Escala de valoración a ritmo tipo

Escalas				Descripción del desempeño
60-80	75-100	100-133	0-140 % Norma británica.	
0	0	0	0	Actividad nula
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
80	100	133	100 Ritmo tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio.
100	125	167	125	seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio.
120	150	200	140	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: Libro "Estudio del trabajo"(2ta edición)

2.1.4 Tiempo observado

De acuerdo con Niebel, B (1980) el estudio es realizado en las áreas de trabajo, a través de observaciones directas a una distancia considerable de donde se está realizando el proceso, con el fin de visualizar todos los movimientos y procedimientos empleados en el método actual de trabajo.

Para llevar a cabo una adecuada realización del tiempo observado es necesario estar presente en el campo de acción, donde el operario es observado a una corta distancia para mirar cada movimiento ejecutado, y así poder determinar el uso del espacio y tiempo requerido en cada actividad.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el tiempo observado se aplicará a los operarios de la línea de producción de carrocerías secas, realizando un estudio a cada operación desde su inicio hasta final.

2.1.5 Tiempo normal

Este se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables (Niebel, B, 1980).

De acuerdo con lo mencionado por Niebel, el tiempo normal se relaciona entre sí, a aquellas circunstancias en las que el operario puede ejecutar sus actividades sin ningún contratiempo, logrando un ritmo de trabajo continuo y constante en el proceso productivo.

2.1.6 Tiempo estándar

Según Niebel, B (1980), es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la

habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de los tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

$$T\alpha = (Mt) (C)$$

Donde:

T α = Tiempo elemental asignado

Mt = Tiempo elemental medio transcurrido

V = Factor de valoración que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia o margen aplicable.

Es fórmula es utilizada para averiguar el tiempo estándar que se requiere para cada actividad realizada, desde principio hasta el final del proceso, en la elaboración de carrocerías secas.

2.1.7 Muestreo de trabajo

De acuerdo con Benjamin W. Niebel (2009) Un estudio del muestreo del trabajo se puede definir como una serie aleatoria de observaciones del trabajo utilizada para determinar las actividades de un grupo o un individuo. Para convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado.

El muestreo de trabajo en este proyecto determinará el tiempo que demoran los operarios por cada etapa en el proceso de elaboración de carrocerías secas en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z, el cual abarcará una serie de técnicas y herramientas necesarias para identificar la medida de tiempo apropiada para demostrar

numéricamente el uso del tiempo que los trabajadores invierten durante el proceso productivo.

2.1.8 Muestreo

Cuando se requiere hacer un estudio de una población determinada y no es posible abarcar la cantidad total de los individuos, se debe realizar un muestreo, el cual no se debe hacer al azar porque se necesita tener un nivel de confianza para asegurar que el muestreo realmente representa significativamente la totalidad de los datos. “Como su nombre sugiere, el muestreo del trabajo implica observar una parte o muestra de la actividad laboral” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006, p. 194).

Para ello se analizarán los tiempos observados y estándar, a partir de ahí, se tomarán muestras calculando, mediante el uso de fórmulas establecidas, el número de observaciones requerido para realizar un muestreo adecuado.

2.1.9 Muestreo Probabilístico

El Muestreo Probabilístico es cada elemento que conforma a la población, tiene una conocida oportunidad de ser seleccionado para la muestra. En las muestras probabilísticas, su principal ventaja es que se realiza la medición del tamaño del error en las predicciones a realizar; por lo tanto, puede afirmarse que el principal objetivo de configurar una muestra probabilística es reducir al mínimo el error estándar. (Arias, 2012; Bolaños Rodríguez, 2012; Fuentelsaz, 2004; Galmés, 2012; Hernández y otros, 2010; IESA, 2015; Malhotra, 2004; Silva, 2011; Torres y otros, 2006)

2.1.10 Cálculo de tamaño de muestra

Con estos métodos estadísticos se requiere determinar un tamaño de muestra preliminar (n) y luego aplicar la siguiente fórmula para un nivel de confianza del 95% y un margen de precisión del 5% (Quesada y Villa, 2007)

En el cálculo de la muestra de la población, se va a utilizar la fórmula propuesta por Niebel & Freivalds (2009):

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y UN MÁRGEN DE ERROR DE $\pm 5\%$

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

2.1.11 Suplementos

Según la OIT (Organización Internacional de Trabajo) un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Suplementos de descanso:

Los suplementos de descanso están divididos en dos grupos:

- Suplementos constantes o fijos. Aquellos referidos a necesidades personales y a la recuperación de la fatiga, cuyo valor no cambia en función al trabajo que se realiza. Sólo existe una variación por el sexo del trabajador.
- Suplementos variables. Son aquellos cuyo valor está en función del tipo de trabajo que realiza el operario, contemplándose aspectos tales como; el uso de su fuerza, su posición física en el trabajo, tensión mental, auditiva o nivel de monotonía que se ocasiona
- Suplementos por contingencias: Se considera en este caso las esperas inevitables causadas por la máquina o el operario motivadas por alguna causa externa. Estas esperas pueden deberse a pequeños ajustes, cambio de herramientas, tiempo perdido debido a variaciones en el material e interrupciones de los inspectores.

A continuación, se muestra la tabla para evaluar los suplementos:

Tabla de suplementos

Ilustración: Tabla de suplementos

	H	M		H	M
1. Suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos (inclusive)).		
- Suplemento por necesidades personales	5	7	- Buena ventilación o al aire libre.	0	0
- Suplementos básicos por fatiga.	4	4	- Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas.	5	5
Total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	5
2. Suplemento variables añadidas al suplemento básico por fatiga.			F. Tensión visual	0	0
A. Suplemento por trabajar de pie.	2	4	- trabajos de cierta precisión	2	2
B. Suplemento postura anormal			- Trabajos de precisión o fatigosos	5	5
- Ligeramente incómoda	0	1	- Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.		
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva	0	0
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	2	2
C. Levantamiento por pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar).			- Intermitente y fuerte	3	3
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg).			- Intermitente y muy fuerte.	5	5
2,50	0	1	- Estridente y fuerte		
5,00	1	2	H. Tensión mental	1	1
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	4	4
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida.	8	8
12,50	4	6	- Muy complejo		
15,00	6	9	I. Monotonía mental	0	0
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	1	1
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	4	4
22,50	12	18	- Trabajo monótono		
25,00	14	-	J. Monotonía física	0	0
30,00	19	-	- Trabajo algo aburrido	2	1
40,00	33	-	- Trabajo aburrido	5	2
50,00	58	-	- Trabajo muy aburrido.		
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado.	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

Fuente: Libro, "introducción al estudio de trabajo"(4ta edición)

2.1.12 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es una manera en que los grupos generan tantas ideas como sea posible en un período muy breve aprovechando la energía del grupo y la creatividad individual. Se trata de un método desarrollado por A.F. Osborne en los años 1930.

La lluvia de ideas puede responder a una estructura o no. Cuando es desestructurada, cada persona presenta una idea a medida que se le ocurre. Este método funciona bien si los participantes son extrovertidos y se sienten cómodos entre ellos. Cuando la lluvia de ideas es estructurada, cada una de las personas aporta una idea por turno; una persona puede pasar, si no tiene una idea en ese momento. La lluvia de ideas estructurada funciona bien cuando la gente no se conoce entre sí y no es tan extrovertida. La estructura brinda a todos, una oportunidad para hablar.

Según Osborne, indica cómo realizar una correcta lluvia de ideas.

- Escriba todas las ideas en un rotafolio.
- Una vez generadas todas las ideas (por lo general toma entre 30 a 45 minutos), analice cada una para aclararlas y combinar las ideas afines de la lista. 2-8
- Llegue a un acuerdo con respecto a las maneras de analizar las ideas y use la recopilación de datos, la votación, la creación de matrices o los gráficos de Pareto para elegir entre las distintas opciones. A menudo, los grupos utilizan las técnicas de votación primero para reducir la lista a alrededor de 6 a 10 ideas principales, para después usar otras técnicas para elegir de esta lista más corta.

Por medio de la lluvia de ideas, se puede orientar acerca de los problemas que enfrenta la empresa. Para ello, se empleará el uso de esta técnica con fin de generar una mayor atención en las afectaciones que los colaboradores expresan, y así realizar un adecuado análisis.

2.1.13 Entrevista

De acuerdo con Dorio (2004) La entrevista es una técnica de recogida de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, tiene ya un valor en sí misma. Tanto si se elabora dentro de una investigación, como si se diseña al margen de un estudio sistematizado, tiene unas mismas características y sigue los pasos propios de esta estrategia de recogida de información.

En la búsqueda de realizar una mejor investigación y conocer afondo las problemáticas u opiniones diferentes dentro de una organización, se enfocará en el uso de la entrevista al personal, siendo esta técnica de gran ayuda para el desarrollo del proyecto, ya que se acercará a un mejor entendimiento de los procedimientos para llevar a cabo el proceso.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Six Sigma

Seis Sigma es una metodología compuesta por cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Representa el número de desviaciones estándar obtenidas a la salida del proceso. Su objetivo es aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen los mínimos defectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles para el cliente.

Al respecto, Harry M, y Schoroed (2006) dicen que esta herramienta se centra en la mejora de los procesos enfocándose en los aspectos críticos para el cliente. Mediante la medición de los diferentes procesos reduciendo el número de defectos para que la producción pueda continuar de forma común.

A nivel mundial, Six Sigma se ha convertido en una herramienta muy importante para el desarrollo y gestión de proyectos, obteniendo resultados excelentes, buscando la mejora continua del proceso, además de corregir los problemas antes de que se presenten. El uso correcto de esta metodología es respaldado por la disminución de fallos y errores de los tiempos de ciclo durante cualquier proceso.

2.2.1 DMAID

DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado (McCarty et al., 2004). DMAIC consiste en cinco fases conectadas de manera lógica entre sí (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar).

Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora.

2.2.1.1 Definir

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores. De acuerdo con Bersbach, para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?

Esta fase es determinante para un adecuado desarrollo de un proyecto, ya que en respuesta a las preguntas definidas por Bersbach se logra trazar una línea que le indica

hacia donde quiere llevar el proyecto, y el análisis adecuado para poder utilizar las mejores herramientas en proceso productivo.

2.2.1.2 Medir

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso (Brue, 2002). Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir, que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente. Según Bersback (2012), en esta etapa se debe permitir responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el proceso y cómo se desarrolla? ¿Qué tipo de pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores? ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente?

2.2.1.3 Analizar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso, determinar las causas y las oportunidades de mejora del mismo. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. Además, se seleccionan y aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de

diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso. Las preguntas a contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuáles podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones? (Bersback 2012).

Como bien lo explica Berback es esta fase se diagnostica y se hace un plan de acción teniendo en cuenta aquellas irregularidades que se presentan en el proceso, ya que se determina de manera objetiva y corroborada por herramientas ingenieriles, los errores presentes y las soluciones a llevar a cabo para un mejor uso de los recursos.

2.2.1.4 Mejorar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso, determinar las causas y las oportunidades de mejora del mismo. En esta etapa se seleccionan y aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso. Las preguntas para contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuáles podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones? (Bersback 2012)

2.2.1.5 Controlar

Finalmente, una vez que es localizada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar cómo asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período

largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. Las preguntas para responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso? Para responder a estas preguntas se requerirán de ciertas herramientas, tales como: el control estadístico mediante gráficos comparativos y diagramas de control y técnicas no estadísticas, por ejemplo; la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, herramientas de planificación, etc. (Bersback 2012)

2.2.2 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

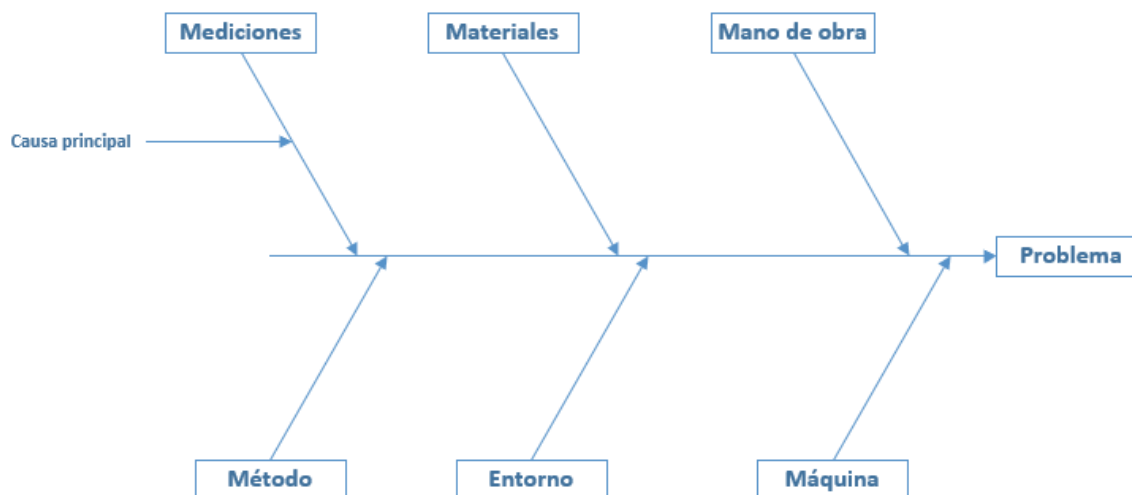
El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, como la “cabeza del pescado” y, luego, identificar los factores que contribuyen a su conformación. Las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado. Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente, administrativas, cada una de las cuales se subdividen en subcausas. El proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista. (Cole,1979).

Asimismo, para efectuar un eficiente análisis dentro de un proceso es importante recordar la importancia de un diagrama de causa y efecto, ya que facilita las tareas para identificar las causas potenciales que genera el problema.

Además, es una herramienta que organiza las causas según las seis categorías que podrían estar provocando un problema. También facilita un resultado óptimo en entendimiento de las causas que originan errores.

La siguiente figura muestra la estructura del diagrama de causa y efecto.

Figura 3. Diagrama de causa y efecto



Fuente: Elaboración propia

2.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO

Aiteco Consultores (2015) indica que un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso. El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso. Muestra la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás.

Cabe destacar que, en los últimos años, el diagrama de flujo se ha vuelto una herramienta muy útil para las empresas, ya que les facilita de manera visual y

detalladamente las actividades de las operaciones, haciendo el proceso entendible proporcionando mejoras al proceso y facilitando la organización.

En la siguiente figura se muestra la simbología del diagrama de flujo y su respectivo significado.

Figura 4. Diagrama de flujo

Símbolo	Representa
	Inicio o término. Indica el principio o el fin del flujo. Puede ser acción o lugar; además, se usa para indicar una oportunidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento.
	Documento. Representa cualquier documento que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más opciones.
	Archivo. Indica que se guarde un documento en forma temporal o permanente.
	Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte del mismo.

Fuente: Norma ANSI

2.2.4 DIAGRAMA DE GANTT

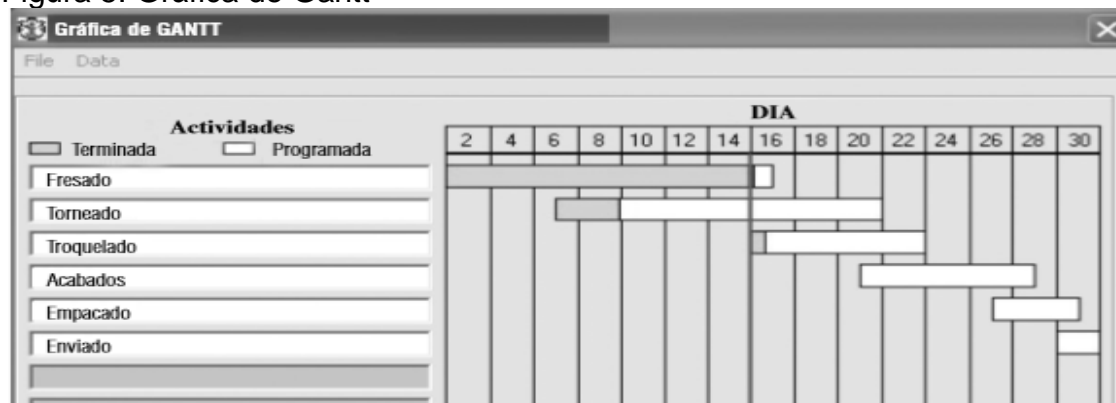
El diagrama de Gantt constituyó probablemente la primera técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante los años cuarenta como respuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una mejor manera. El diagrama de Gantt muestra anticipadamente, de una manera simple, las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal. Los tiempos reales de terminación se muestran mediante el sombreado de barras adecuadamente. Si se dibuja una línea vertical en una fecha determinada, usted podrá determinar qué componentes del proyecto están retrasadas o adelantadas. (Niebel 2009)

Una de las ventajas de utilizar el diagrama de Gantt es poder planificar ordenadamente las actividades correspondientes para la ejecución de un proyecto. Por lo tanto, es una herramienta que permite identificar en una línea de tiempo y actividades las que se encuentran con mayor uso de tiempo y cuidado.

Con lo anterior, el diagrama de Gantt mostrará la línea tiempo que se seguirá en el proyecto realizado en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z.

A continuación, se muestra la figura del diagrama de Gantt.

Figura 5. Gráfica de Gantt



Fuente: Libro “Métodos, estándares y diseño del trabajo”

2.2.5 DIAGRAMA DE PARETO

Según el concepto de Pareto, “si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema”. (George, Rowlands, Price & Maxey,2005, p.207)

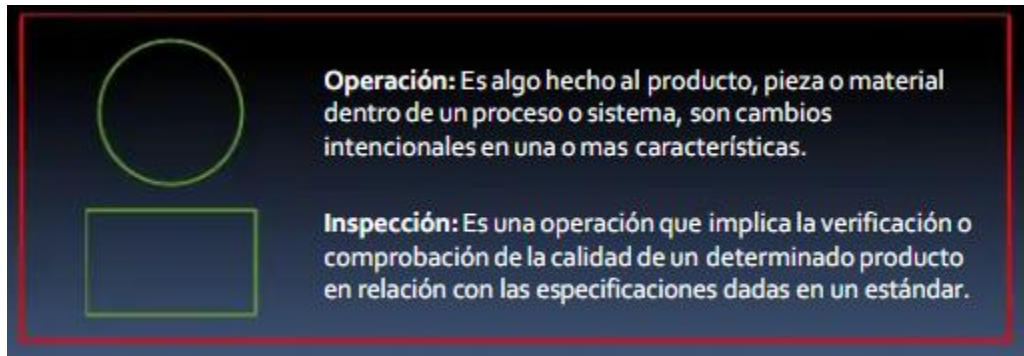
Dicho de otra manera, el 20% de las causas, es decir, problemas en el proceso, genera el 80% de consecuencia. De acuerdo con lo anterior, el diagrama de Pareto hace una relación de las causas más importantes dentro del proceso.

El diagrama de Pareto es una representación que ayuda a identificar las causas que generan un mayor número de problemas dentro de un proceso, haciendo de este un análisis completo, con el cual se toman decisiones para contrarrestar las afectaciones de los problemas.

2.2.6 DIAGRAMA DE OPERACIONES

El diagrama de proceso de operaciones representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones. Con esto se entiende que única y exclusivamente se utilizaron los símbolos de operaciones e inspección

Al respecto, La American Society of Mechanical Engineers (ASE) estableció un conjunto estándar de elementos y símbolos mejorados. A continuación, se presentan los símbolos de operación e inspección.



Fuente: <https://www.academia.edu>

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

En este apartado se emplean teorías de modelos de diseño ingenieril para optar por una adecuada planificación en el proyecto, por lo cual se hará referencia a modelos de diseño ingenieril, así como el entender de la metodología de diseño de Nigel Cross.

De acuerdo con las diferentes herramientas empleadas, en esta investigación se pretende buscar el máximo aprovechamiento de los recursos en la línea de producción de carrocerías secas, donde se desarrollará un mejor método de trabajo facilitando las tareas diarias de los operarios, así como agilizar los procesos mediante una estandarización del proceso.

2.3.1 Metodología del diseño

Nigel Cross define metodología de diseño como “el estudio de los principios, prácticas y procedimientos de diseño en un sentido amplio. Su objetivo central está relacionado con el cómo diseñar, e incluye el estudio de cómo los diseñadores trabajan y piensan; el establecimiento de estructuras apropiadas para el proceso de diseño; y la reflexión sobre la naturaleza y extensión del conocimiento del diseño y su aplicación a problemas de diseño.” (Lloyd, 2004)

2.3.2 Resolución de problemas

El trabajo en ingeniería, a menudo, incluye la planificación y el análisis en las fases iniciales de un proyecto, pero la esencia de la resolución de problemas reside en el diseño. El diseño en ingeniería es tan variado como la propia profesión. Un problema de diseño puede ser tan pequeño pero intrincado como un circuito integrado de un ordenador, o tan amplio y complejo como un transbordador espacial. La realización de diseños implica concebir, imaginar, desarrollar, y planificar un dispositivo, una estructura un proceso o un sistema que suponga un cierto beneficio para la sociedad. (John Wiley, 1989)

De igual manera, la resolución de problemas es una técnica que engloba diferentes aspectos para el análisis del proceso, además que proporciona alternativas objetivas que permiten la toma de decisión apropiada.

En este aspecto, varios autores han descrito sobre los pasos o fases que puedan comprender el método de diseño en ingeniería. Generalmente, estas fases son las siguientes:

1. Identificación del problema
2. Recopilación de la información necesaria
3. Búsqueda de posibles soluciones
4. Desarrollo de diseño previos
5. Evaluación de soluciones y elección de la solución óptima
6. Preparación de informes, planes y especificaciones
7. Implementación del diseño

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTO O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

2.4.1 Proyectos o experiencias semejantes

En la empresa Sistemas Refrigerados I.Z, al tener tan poco tiempo de haber iniciado operaciones en el mercado de fabricación de carrocerías para camión, nunca se había realizado ningún estudio referente al proyecto a investigar.

En esta sección se expone el estado del arte que consiste en todas las investigaciones en las que se basará el proyecto en curso.

El proyecto para presentar es el siguiente:

1. Proyecto.

Autores: Tania Rodríguez Sevillano, Cielito Isabel Ruiz Torres

Tema: Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en la línea de producción de carrocerías CCY en la empresa Metarqel S.A.C.

Resumen del proyecto:

En el presente trabajo se tuvo como objetivo demostrar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística en la rentabilidad en las líneas de producción de carrocerías CCY en la empresa METARQEL S.A.C, dedicada a los trabajos de metalmecánica, localizada en la ciudad de Trujillo en la Urb. Palermo- Calle Abraham Baldelomar 326. El grupo de investigación encontró deficiencias en la elaboración de carrocerías CCY, en el área de producción y Logística, las cuales se plasmaron en los diagramas de Ishikawa, posteriormente se hizo un diagrama de Pareto 80-20 para identificar las causas raíz importantes. La línea de producción de fabricación de carrocerías ha presentado un problema de entrega en dicho producto, esto es debido a paradas excesivas por problemas de pago de mano de obra debido a falta de capacitación, retraso en la entrega de materiales debido a problemas de planificación de

pedidos y compras, paradas de maquinaria causadas principalmente por una ausencia de plan de mantenimiento preventivo. Adicionalmente uno de los problemas que se encontró fue el deficiente manejo en la línea, ya que no cuenta con un manual de procedimiento y procesos de producción, ausencia de planificación de pedidos y compras y no cuentan con un plan de reutilización de sus materiales. Por consiguiente, el proyecto de tesis se enfocó en realizar una propuesta de mejora el área de producción y logística aplicando técnicas y herramientas de la carrera de Ingeniería Industrial, como análisis de Perfil de puesto, 5's, TPM, implementación de un MRP, ABC, Lay Out – Método Guerchet. La propuesta que se implementa en las áreas de producción y logística es viable puesto que tienen un VAN de S/. 292 904 y un TIR de 126%.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este proyecto se aplicará la metodología DMAIC, la cual permitirá tener un mejor panorama de cómo se encuentra la empresa y tener un control de cada etapa para determinar su principal problema en la línea de fabricación de carrocerías secas en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z.

A partir de ello, se desarrollará la primera fase de esta metodología DMAIC.

3.1.1 Fase DMAIC: Definir

Un adecuado desarrollo para la identificación de problemas dentro de una línea de proceso es mediante el uso de técnicas como, la lluvia de ideas y la entrevista al jefe de la línea de producción, a los encargados y operarios con experiencia, ya que este medio de comunicación hará más fácil de entender el proceso y cuál es su problemática diaria, además se tomará en cuenta, mediante la observación, el área de trabajo para visualizar aquellas posibilidades de mejora que necesita la empresa para efectuar una labor ordenada y organizada en el proceso.

En esta fase se identificará cuál es el problema que se encuentra en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z. Para ello se utilizará el diagrama de flujo, con el fin de conocer de forma fácil, para quien lo lea y entienda, cómo está desarrollado el proceso a estudiar. También se empleará una herramienta muy útil para identificar falencias en la línea de producción, como es el diagrama de causa y efecto más conocido como diagrama de Ishikawa, su principal objetivo es identificar los problemas presentes en las seis fases de cada espina de pescado como la identificación de los problemas que están afectando el proceso productivo en las diferentes fases; tales como: la mano de obra, mediciones, materiales, método, entorno y máquina, estos seis puntos serán representados de manera gráfica para poder visualizar cuáles son esas causas que afectan mayormente a la línea de producción de carrocerías secas.

3.1.2 METODOLOGÍA PARA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

Siguiendo con la metodología DMAIC, en este apartado se visualizará la segunda fase de medir correspondiente a la medición y respaldo cualitativo del proyecto, en la cual se desarrollará técnicas para identificar las variables presentes y diferentes elementos que evidencian el proceso actual y real.

3.1.3 Fase DMAIC: Medir

Seguido de la primera fase definir, a continuación, se mostrará la fase de medir, se realizará mediante el uso de herramientas; como el estudio de tiempo, en el cual se utiliza la valoración de la norma británica para evaluar el tiempo estándar, el observado y el básico.

Además, el uso de gráficos que demuestre la demanda de carrocerías secas.

3.1.3.1 Estudio tiempo

En el estudio de tiempos se identificará algunos tiempos necesarios para analizar la duración del proceso, esto ayudará a tener un mejor panorama acerca del tiempo que demoran los operarios regularmente, mediante observaciones y con un cronómetro se tomarán muestras de los diferentes tiempos requeridos para analizar, como tiempo promedio de producción, normal y observado.

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y UN MARGEN DE ERROR DE $\pm 5\%$

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 95,45%

Todos los datos tomados se realizarán en el área de la línea de producción.

Para conocer bien la línea de producción en la toma de datos se desarrollará técnicas que faciliten un adecuado uso del tiempo de los operarios de la línea de producción, uno de los factores necesarios para llevar a cabo esta fase es conocer el entorno y la realización de observaciones.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN PUESTA EN PRÁCTICA EN UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

Siguiendo con la metodología DMAIC, en esta sección se desarrollará la fase tres correspondiente al análisis y la fase cuatro a la mejora.

3.3.1 Fase DMAIC: Analizar

Tomando en cuenta los datos recolectados en las fases anteriores, con el uso de diferentes herramientas, en esta sección abarcaremos el resultado obtenido con anterioridad, llevándolo a cabo la herramienta diagrama de Pareto, en la cual identifica el 20% de causa y el 80% del problema, enfocándose en los diferentes aspectos tomados en cuenta dentro de la línea de producción, proporcionando una visión más clara sobre las causas que afectan el proceso.

El análisis de datos numéricos proporcionados por la empresa acerca de la variedad de demanda presentada en el último cuatrimestre, análisis de tablas y gráficas que demuestren el porcentaje y las causas posibles que atrasan el proceso productivo.

3.3.2 Fase DMAIC: Mejorar

En esta sección se empleará el uso de la tecnología correspondiente a la programación, ya que se utilizará el programa de Visio para ordenar el proceso, mediante una propuesta del uso del espacio de las máquinas y las estaciones de las líneas de trabajo.

Por consiguiente, otro de los puntos importantes para lograr una mejora es la tormenta de ideas, enfocando los diferentes argumentos que serán tomados en cuenta mediante las reuniones con los supervisores del área de carrocerías secas y así, aprovechar todo aquello que quieren logra para la empresa.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Primeramente, se debe realizar una reunión con los representantes encargados del proceso productivo, se expone el análisis realizado durante el trabajo de investigación y las observaciones tomadas para evidenciar los problemas que ocasionan el retraso en elaboración de las carrocerías secas.

Asimismo, una vez obtenido el análisis correspondiente, se desarrollará un plan de acción para aquellas causas que presentaron mayor incidencia en proceso, logrando el control en el área y atacando de manera directa las causas durante el proceso que impiden un adecuado uso de los recursos.

Para llevar a cabo la implementación, se utilizará el diagrama de Gantt, este ordenará las actividades con su respectivo tiempo establecido para que el jefe de planta pueda planificar mejor la producción. Algunas de las actividades que se encontrarán en el diagrama serán: primero la presentación de la propuesta al gerente y equipo correspondiente, seguido las actividades de ordenamiento y seguimiento del proceso. Con estos se aplicarán otros aspectos correspondientes a la estandarización del proceso hasta lograr los resultados planteados.

También se realizará una documentación del proceso para estandarizarlo, lo que ayudará, en gran medida, a los operarios, ya que seguirán un método ordenado. Además, que tendrán una visión amplia y mejora continua hacia los siguientes procesos.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Continuando con la metodología DMAIC, en esta sección se aplicará la última fase, la del control.

3.5.1 Fase DMAIC: Controlar

En esta sección se contará con el uso de planes de control y hojas de verificación que lleven un seguimiento del proceso y los resultados obtenidos anteriormente, esto estará documentado con los debidos requerimientos y pautas a seguir dentro del proceso de la fabricación de carrocerías secas. De tal manera que se involucre a los jefes de línea a cómo llevar un adecuado seguimiento y control responsable, así se identificará mejor las características que fueron ordenadas por el cliente.

CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En este apartado se visualizará la estructura actual del proceso de fabricación de carrocerías secas en la empresa Sistemas Refrigerados I.Z.

4.1.1 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de carrocería seca

El proceso para que se lleve a cabo una carrocería, inicia primero en la parte de ventas donde genera una orden de trabajo, luego el departamento de ventas la envía a diseño para que realice las especificaciones que el cliente requiere en el diseño de la carrocería y los materiales a utilizar.

Seguidamente, una vez listas ambas partes se la trasladan a gerencia de proyecto, en ella se evalúa a cuál área pertenece la orden, por consiguiente, la gerencia determina si es una orden para carrocerías secas, entonces coordina con el jefe de la planta y él se encarga de realizar los grupos de trabajo para dicha orden.

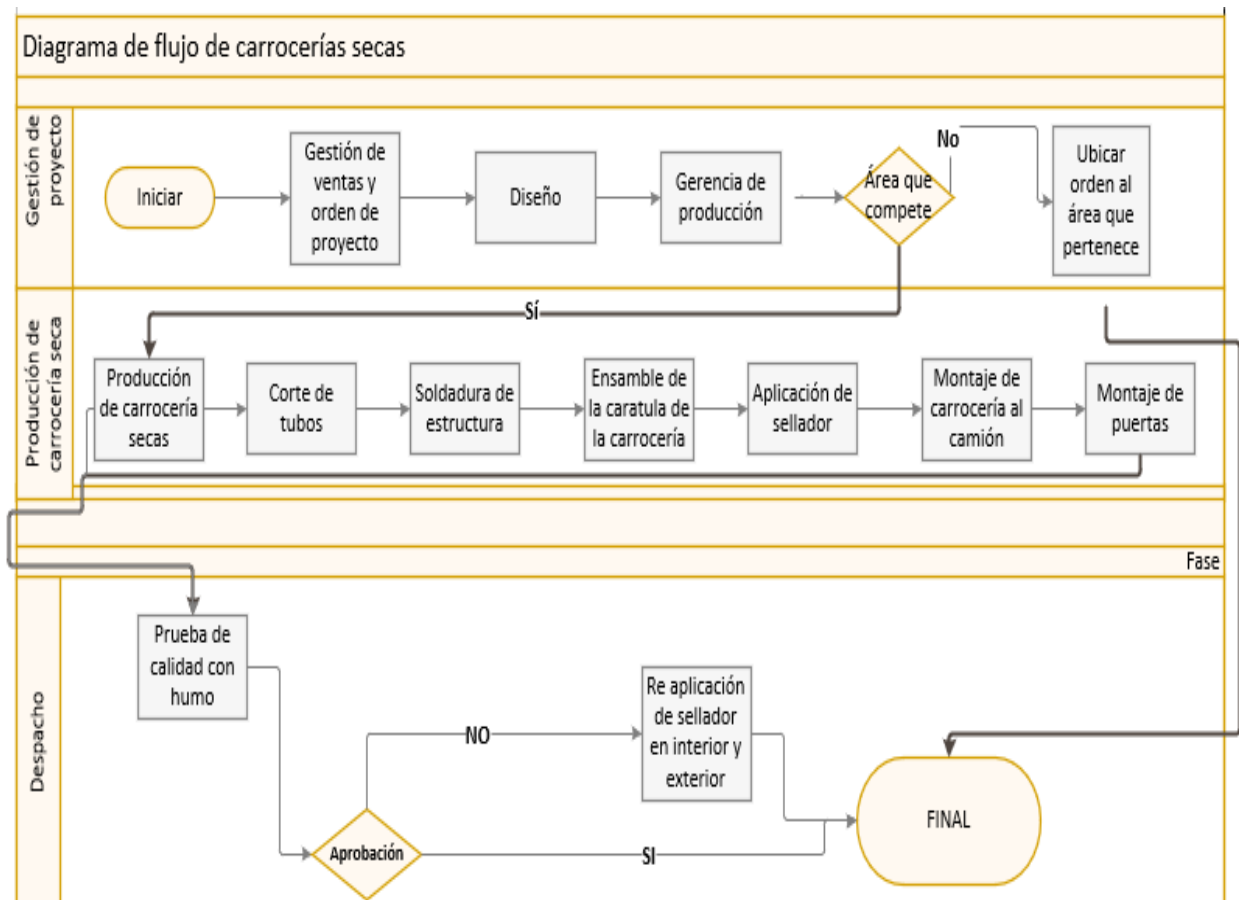
Posteriormente, se realiza la primera actividad que es la corta de tubos, según las dimensiones de la carrocería. Luego los tubos son trasladados al área de soldadura para que se realice la construcción del chasis de la carrocería. Después, se traslada el chasis al área de ensamblaje, en la cual se realiza el ensamble de paredes, techo, la parte eléctrica, así como los detalles del acabado.

Una vez terminada la caratula de la carrocería, se monta en el camión para que se realice la colocación de las puertas traseras y la lateral.

Por último, se pinta el piso y se procede a aplicarse la prueba de humo. Esta es una manera de medir la calidad de la carrocería si presenta aberturas, el proceso consiste en introducir una máquina dentro de la carrocería, la cual produce humo y el personal a cargo visualiza si hay fugas dentro de la carrocería. Si se logra observar alguna fuga se realiza una inspección el lugar y se procede a la corrección de esta. Si no hay fuga se despacha la carrocería.

A continuación, se muestra en la figura 6 el diagrama de flujo el proceso actual de la fabricación de carrocerías.

Figura 6 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de carrocerías secas.



Fuente: elaboración propia.

4.1.2 Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de carrocería

Al realizar previamente observaciones visuales en planta, se enlista una serie de actividades secuenciales de todo el proceso, tomando en cuenta cada detalle que conlleve la transformación del producto o una inspección. De esta forma, se permite realizar un adecuado seguimiento de las actividades, relacionando cronológicamente

las estaciones del trabajo para obtener la finalidad del proceso de fabricación de carrocerías secas.

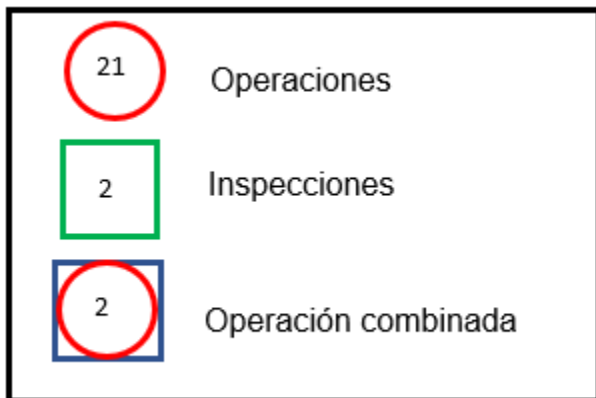
Figura 7. Diagrama de operaciones



Fuente: elaboración propia.

Resumen

Figura 8. Resumen de diagrama de operaciones



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se explicará cada operación:

Proceso de operaciones para la fabricación de carrocerías secas de panel.

Primera etapa: corta de tubos

2. Es realizada por un solo operario.
3. La operación consiste en la corta de tubos con una máquina tronzadora, para puertas laterales, traseras según las medidas especificadas.
4. Luego procede a realizar el corte de las piezas para formar la estructura del chasis.
5. Los tubos a cortar son de acero negro y tubos de 1x1, 1x2, 1x4, 4,2 y 4x3.

Segunda etapa: soldadura

1. Es realizada por dos operarios
2. En esta etapa se dividen el trabajo de la siguiente manera: el operador #1 se encarga de soldar puertas y marco de puertas.
3. El operador #2 se encarga de soldar la estructura del chasis

4. Para esta actividad es necesario utilizar herramientas como: máquina de soldar, sargentos, prensas y escuadras metálicas.
5. Una vez listo el chasis, el operador # 2 procede a soldar el piso de punta de diamante. Luego se procede a soldar el marco de la puerta al chasis, según corresponda.

Tercera etapa: ensamble de la caratula de la carrocería

1. Es realizada por dos operarios o tres.
2. Primero se colocan las paredes laterales; el procedimiento es colocar tres paneles en cada pared lateral, según las especificaciones en la orden de trabajo, luego aplicarle el pegamento sika y remacharlo.
3. Después se instala el cableado eléctrico, para realizar correctamente el procedimiento se lleva a cabo una perforación en el centro del techo donde iría la lámpara de adentro.
4. Una vez listas las paredes laterales se colocan los perfiles en el borde de la parte superior de cada pared y se monta el techo sobre los perfiles, el mismo es de panel y consta de dos piezas, se aplica el pegamento en las orillas y se remacha cada 30 centímetros en los perfiles.
5. Posteriormente se colocan los perfiles y codos pegándolos y remachándolos.
6. Luego se realiza un corte en el panel para colocar el marco de la puerta lateral.
7. Se realiza una inspección para verificar que el marco de la puerta lateral este correctamente colocado y con un ángulo de 90°.
8. Se colocan los esquineros de aluminio pagándose con sika.
9. Se colocan las cenejas en la parte inferior de la carátula pegándose un sika y remaches.
10. Se colocan las luces de adentro y las exteriores.
11. Una vez terminado lo anterior, un operador extra se encarga de sellar todas las rejillas de la carrocería.
12. Se coloca el búmer soldándose sobre la parte inferior del chasis.
13. Luego se coloca la escalera en la puerta lateral, la misma se suelda.

14. Posteriormente, se colocan los faldones que irán detrás de las llantas traseras del camión, que son soldados al chasis.

Cuarta etapa: montar carrocería al camión, ensamble de puertas, pintura y accesorios.

1. Es realizada por dos operarios.
2. Primero se coloca la puerta lateral se atornillan las bisagras al marco de la puerta y se suelda.
3. Luego se colocan las puertas traseras siguiendo el mismo procedimiento de la puerta lateral.
4. Una vez colocadas las puertas, se procede a pintar el piso.
5. En una operación combinada se colocan las cintas reflectivas y la venilla de piso.
6. Se realiza la prueba de humo, el procedimiento es introducir la máquina dentro de la carrocería, cerrar las puertas y observar si sale humo. Por último, se inspecciona que todo este correctamente y se despacha.

4.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO

4.2.1 Lluvia de ideas

Esta técnica que se utilizó se empleó a un grupo de operarios encargados de la fabricación de carrocerías secas de la empresa Sistemas Refrigerados I.Z, teniendo en cuentas la siguiente distribución de acotaciones por parte de los operarios, se llevaron a cabo las siguientes ideas de acotaciones: Un operario encargado de soldadura con mayor experiencia y dos operarios encargados de ensamble de carátula, de los cuales conocen el proceso correctamente, ya que los restantes son ayudantes, siendo estas dos actividades las que generan más tiempo durante el proceso; con el propósito de generar ideas partiendo del problema que enfrenta la empresa en el proceso de carrocerías.

Para ello se les preguntó a tres operarios lo siguiente:

¿Cuáles problemas consideran que está afectando el proceso productivo?

A continuación, se muestra la lista de las causas señaladas por los colaboradores solicitados:

- 1- Falta de herramientas.
- 2- Variedad en el proceso.
- 3- Remachadoras dañadas.
- 4- Atrasos en bodega para entrega de materiales.
- 5- Falta d comunicación.
- 6- No hay capacitación.
- 7- Grupos de trabajo no aptos.
- 8- Vestuario inadecuado
- 9- Desechos de cortes sin lugar adecuado.
- 10-Falta de andamios.
- 11-Falta de coordinación.
- 12-Daño de compresor.

- 13-Dejar el trabajo por ir hacer otra actividad.
- 14-Falta de planificación.
- 15-Desorden en el proceso.
- 16-Orden de proyecto con especificaciones incorrectas.

Cada operario indicó de cuatro a seis causas posibles.

4.2.2 Entrevista

Posterior a la lluvia de idea, se realiza una entrevista (ver anexo 9) a los mismos tres operarios con el fin de evaluar cuantitativamente la frecuencia con la que se presenta los problemas en el proceso productivo de la fabricación de carrocerías secas.

La misma lleva como base las causas identificadas por los colaboradores, aplicando una frecuencia por la periodicidad con que ocurren los hechos durante proceso.

A continuación, se presenta la entrevista aplicada, y posteriormente, un análisis de los resultados obtenidos mediante una valoración con la herramienta Pareto.

Según la tabla 1 se presenta la entrevista realizada a los operarios, indicando la periodicidad con la que ocurren las causas que retrasan el proceso de la realización de carrocerías secas.

Tabla 1. Frecuencia de periodicidad

Tabla de frecuencia

Nunca	1 pts.
Poco frecuente	2 pts.
Frecuente	3 pts.
Muy frecuente	4 pts.
Siempre	5 pts.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Entrevista aplicada a los colaboradores

	Causas	Nunca 1 pts.	Poco frecuente 2 pts.	Frecuente 3 pts.	Muy frecuente 4 pts.	Siempre 5 pts.
1	Falta de herramientas					
2	Variedad en el proceso					
3	Remachadoras dañadas					
4	Atrasos en bodega para entrega de materiales					
5	Falta de comunicación					
6	No hay capacitación					
7	Grupos de trabajo no aptos (solo uno conoce el proceso de los 3)					
8	Vestuario inadecuado					
9	Desechos de cortes sin un lugar adecuado					
10	Andamios dañados					
11	Falta de coordinación					
12	Compresor dañado					
13	Dejar el trabajo por ir hacer otra actividad					
14	Falta de planificación					
15	Desorden en el proceso					
16	Orden de proyecto con especificaciones incorrectas					

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Análisis de recolección de datos

En la tabla 1 se visualiza la frecuencia asignada a los operarios para la realización de la entrevista, según cómo han ocurrido los hechos.

Con base en los datos tomados de la lluvia de ideas y la entrevista, se realizó un análisis para identificar las causas más importantes, en el cual cada operario tomaría de referencia la tabla 1 para darle la puntuación, según la causa y frecuencia durante el proceso.

En la tabla 3 se muestra el análisis de datos tomados de la lluvia de idea. Posteriormente, se evalúa los puntos asignados por cada causa que se dio entre los tres operarios entrevistados y se realiza una suma total de los tres operarios.

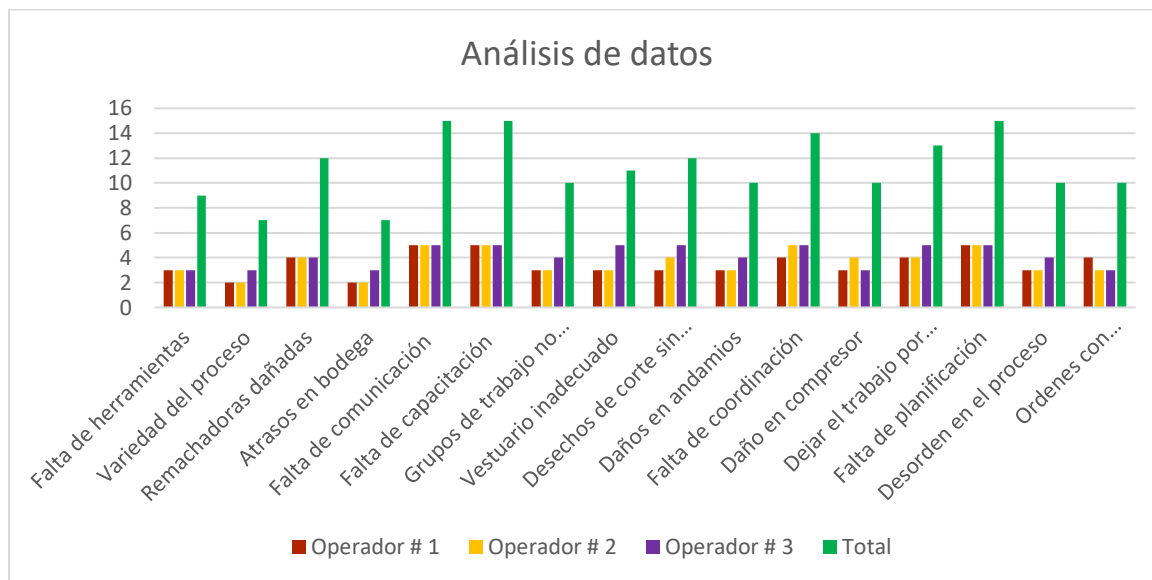
A continuación, se muestra la tabla 3 con el análisis de datos.

Tabla 3. Análisis de datos.

Causas	Operador # 1	Operador # 2	Operador # 3	Total
Falta de herramientas	3	3	3	9
Variedad del proceso	2	2	3	7
Remachadoras dañadas	4	4	4	12
Atrasos en bodega	2	2	3	7
Falta de comunicación	5	5	5	15
Falta de capacitación	5	5	5	15
Grupos de trabajo no aptos	3	3	4	10
Vestuario inadecuado	3	3	5	11
Desechos de corte sin un lugar adecuado	3	4	5	12
Daños en andamios	3	3	4	10
Falta de coordinación	4	5	5	14
Daño en compresor	3	4	3	10
Dejar el trabajo por hacer otra actividad	4	4	5	13
Falta de planificación	5	5	5	15
Desorden en el proceso	3	3	4	10
Órdenes con especificaciones inadecuadas	4	3	3	10

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Análisis de datos tomados de la lluvia de ideas



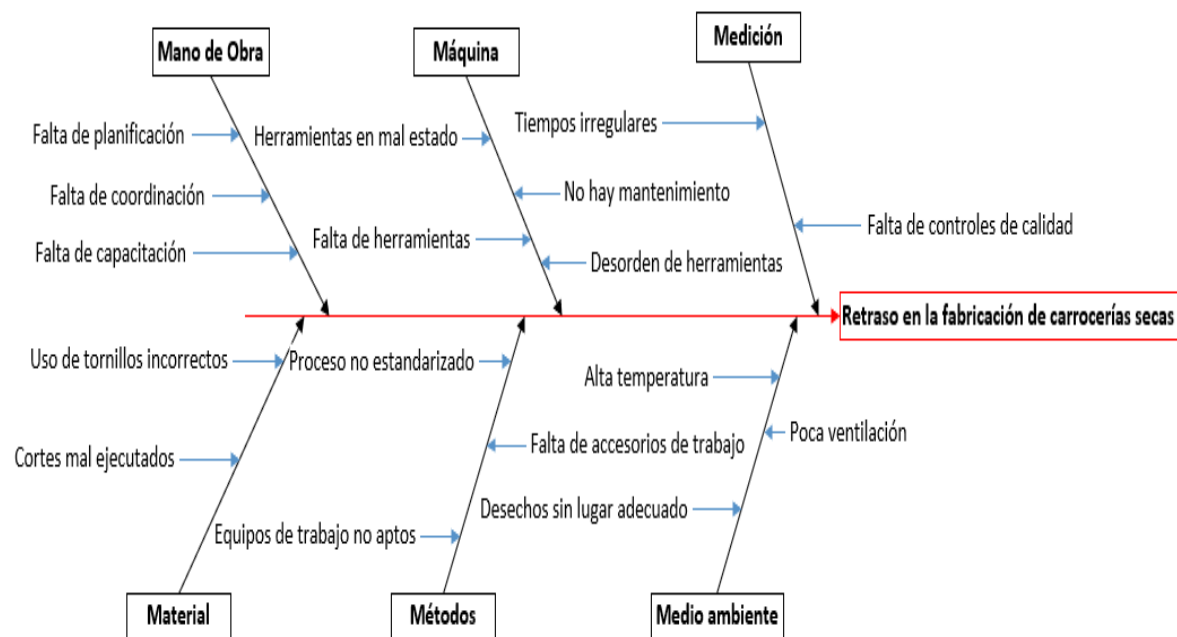
Según la figura anterior, se muestra por medio del gráfico las calificaciones dadas por los operarios, donde se indica que sumado entre los tres colaboradores, se visualiza que las actividades con más puntaje son: falta de comunicación, capacitación, coordinación, dejar el trabajo por hacer otra actividad y falta de planificación.

4.2.3 Diagrama de Ishikawa

Se realizó una serie de anotaciones, en donde se detalla cuáles son las posibles causas que están generando el problema, mediante el uso de entrevistas y visitas al área de trabajo (Ver anexo 15), se enlistará por medio del diagrama de causa y efecto, aplicando las 6M, y de esta manera permitir un certero diagnóstico del proceso y sus deficiencias.

Figura 10: Diagrama Ishikawa

Diagrama de causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

Mano de obra: en esta etapa se detallan tres aspectos importantes: la falta de planificación, de coordinación y de capacitación.

Por consiguiente, la falta de planificación dentro de la empresa, a la hora de planear como se determinará la producción, el tiempo que requiere y la capacidad del personal para responder rápidamente al pedido, no es reflejada en el sistema con el cual efectúan las labores, pues se evidenció por medio de visitas al área, que las órdenes que ingresan no son atendidas por el encargado de planta, sino por un operador cuya labor es soldar, esto porque los encargados de dar las órdenes de cómo hacer los trabajos no saben.

Asimismo, la falta de coordinación entre departamentos, documentación de orden de realización con insuficientes especificaciones para los operarios, haciendo que el operario tome la decisión incorrecta. Esto se da porque en gestión de proyectos y planta no conocen el proceso y diseño de las carrocerías.

Falta de capacitación: actualmente la empresa no capacita a ningún operario para la realización de las actividades correspondientes. Por medio de una entrevista se le

consultó a la gerente de proyectos y se pronunció al respecto diciendo que no capacitan en dichas labores que ejercen los operarios por motivo de que ellos aprenden de los que ya poseen experiencia.

Máquina: herramientas en mal estado; tales como: el compensador y las remachadoras. Esto ocasiona retrasos en el proceso, aparte que no hay quién las repare.

La falta de mantenimiento de las herramientas hace que las mismas se dañen rápidamente. Una o dos veces al día.

De igual manera, la falta de herramientas adecuadas para realizar medidas como escuadras grandes y aparatos adecuados (faltan prensas para metal tipo C (6), soldados para metal (8), para la manipulación de las partes ejecutadas durante el proceso. Actualmente no se cuentan con escuadras grandes solo hay una para el inspector de calidad.

Desorden en las herramientas, las cuales se encuentran tiradas en el suelo sin un lugar adecuado para el uso durante el proceso. Esto se da todos los días aproximadamente cinco veces al día.

Medición: tiempos irregulares: actualmente la empresa no precisa de un tiempo estimado por cada una de las etapas para la fabricación de carrocería. Esto hace que no se tenga un estimado exacto de cuando dura una carrocería completa y el tiempo invertido, lo que genera pérdidas sin que ellos las noten.

Falta de control de calidad, se producen retrabajos a causa de no saber en cuál etapa es necesaria una inspección para determinar si es correcto el procedimiento. Esto genera al día aproximadamente dos horas de trabajo.

Materiales: para la instalación de puertas se utilizan diferentes tipos de tornillos, según el diseño de la carrocería, en ocasiones, se usa tornillos inadecuados, manipulándolos para que puedan acceder al punto de uso. Esto es frecuente de todos los días. (Ver anexo 16)

Los cortes mal ejecutados: para la fabricación de puertas y chasis es necesario una precisa y correcta medida de los tubos, ya que, de lo contrario, eso ocasionaría problemas en el ensamblaje, incurriendo en dos cortes semanales incorrectos, en la corta del piso de punta de diamante, esto genera pérdida de tiempo, pues al no poder utilizarse, se guarda para otros cortes y se disminuye el desperdicio.

Método: proceso no estandarizado: actualmente los operarios siguen el proceso como mejor les convenga, según el criterio de ellos o el jefe inmediato.

Equipos de trabajo no aptos: para fabricar una carrocería comúnmente se utiliza tres operarios, de los cuales solo uno conoce el proceso correctamente, los demás deben esperar las órdenes del líder.

Medio ambiente: desechos sin un lugar adecuado: los cortes que se realizan para la fabricación de la carrocería, como: metal, aluminio, panel o fibra; son colocados en un lugar donde obstruye el tránsito y no puede ser aprovechado correctamente. Esto ocasiona desorden e impide el paso de los operarios que están en el área de trabajo.

Poca ventilación: el lugar es cerrado solo tiene una puerta delantera y una trasera no consta de ventanas, lo que provoca altas temperaturas en el lugar.

4.2.4 Diagrama de Pareto

De acuerdo con la puntuación asignada en la tabla 3 de análisis de datos, se determinaron las causas más importantes que generan atrasos al proceso de elaboración de carrocerías secas.

Para ellos se estableció el siguiente orden en la tabla 4, en la cual detalla los problemas que enfrenta la empresa.

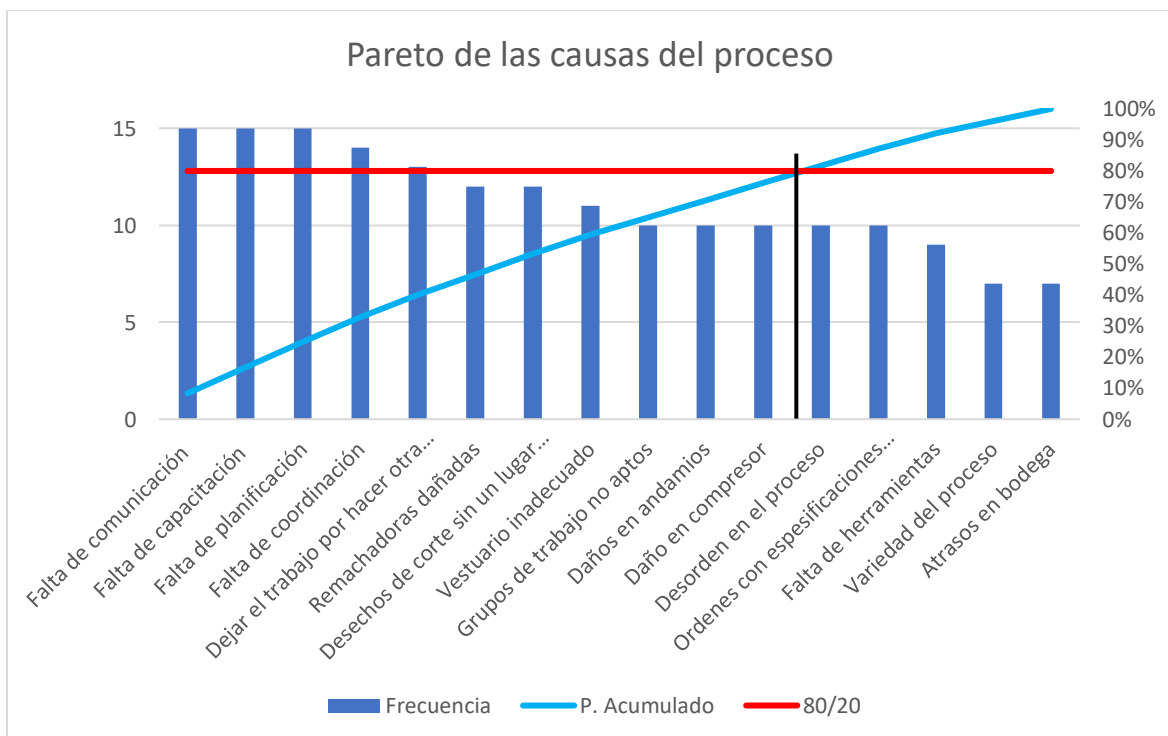
Tabla 4. Problemas del proceso de carrocerías secas

#	Problemas	Frecuencia	P. Acumulado
1	Falta de comunicación	15	8%
2	Falta de capacitación	15	17%
3	Falta de planificación	15	25%
4	Falta de coordinación	14	33%
5	Dejar el trabajo por hacer otra actividad	13	40%
6	Remachadoras dañadas	12	47%
7	Desechos de corte sin un lugar adecuado	12	53%
8	Vestuario inadecuado	11	59%

9	Grupos de trabajo no aptos	10	65%
10	Daños en andamios	10	71%
11	Daño en compresor	10	76%
12	Desorden en el proceso	10	82%
13	Órdenes con especificaciones inadecuadas	10	87%
14	Falta de herramientas	9	92%
15	Variedad del proceso	7	96%
16	Atrasos en bodega	7	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se muestra la gráfica de Pareto, la cual evidencia que 11 elementos representan el 80% de los problemas, señalando al primero como la falta de

comunicación, falta de capacitación, falta planificación, falta de coordinación, dejar el trabajo por hacer otra actividad, entre otros.

4.3 MEDICIÓN Y ANÁLISIS

Para un mayor control se analizó toda la información acerca de las carrocerías secas solicitadas en los primeros cuatro meses el año: enero, febrero, marzo y abril. Tomando en cuenta las características de las carrocerías, según la demanda.

Mediante el uso de gráficos se mostrará la tendencia en el pedido de carrocerías durante el primer cuatrimestre del 2019.

4.3.1 Análisis de carrocerías secas

En este apartado se mostrará mensualmente el movimiento de carrocerías secas durante los primeros cuatro meses del año.

En la tabla 5 se muestra las diferentes carrocerías secas, así como las cantidad de órdenes del cuatrimestre.

Tabla 5. Carrocerías del cuatrimestre

DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	Total por descripción
Seca panel	14	6	11	9	40
Seca esmaltada	7	2	3	5	17
Seca Plywood	3	1	0	2	6
Seca estándar	2	0	1	0	3
Seca esmaltada modificada	0	1	0	0	1
Seca panel modificada	0	2	1	0	3
TOTAL	26	12	16	16	70

Fuente: Elaboración propia

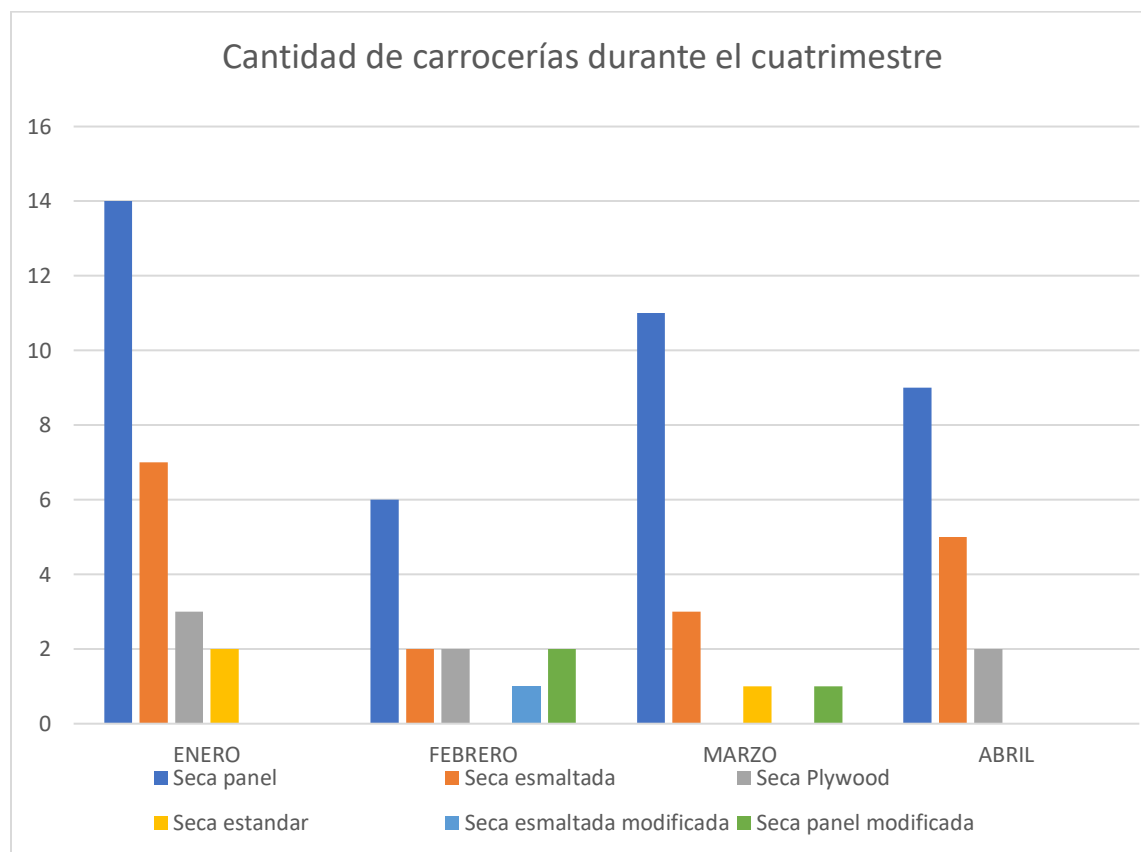
Basado en los resultados de la tabla 5 se evidencia que para el mes de enero hubo una demanda de 26 carrocerías secas, de las cuales 14 fueron de seca de panel, 7 carrocerías seca esmaltada, 3 carrocerías secas plywood, 2 carrocerías seca estándar. Durante el mes de febrero, hubo una demanda de 12 carrocerías de las cuales 6 carrocerías fueron de panel, 2 carrocerías esmaltada, 1 carrocería de esmaltada modificada y 2 carrocerías de panel modificadas. En el mes de marzo hubo una demanda de 16 carrocerías de las cuales 11 carrocerías fueron de panel, 3 carrocerías esmaltada, 1 estándar y 1 de panel modificada. Por último, en el mes de abril hubo una demanda de 16 carrocerías, de las cuales 9 carrocerías fueron de panel, 5 carrocerías esmaltadas y 2 carrocerías de plywood.

Al final se obtuvo que el total de carrocerías por descripción son 40 de panel, 17 esmaltadas, 6 de plywood, 3 estándar, 1 carrocería esmaltada modificada y 3 de panel modificada.

Por ende, el mes de enero fue el que obtuvo mayor demanda y febrero la menor, además se demostró que la carrocería seca de panel tiene mayor demanda en comparación con las demás carrocerías.

En la figura 10 se muestra de manera gráfica el movimiento de las diferentes carrocerías, como resultado de la carrocería seca de panel.

Figura 10. Cantidad de carrocerías secas mensuales



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 10 se indica que para el mes de enero hubo una demanda de 14 carrocerías secas de panel, 7 carrocerías seca esmaltada, 3 carrocerías secas plywood, 2 carrocerías seca estándar. En el mes de febrero hubo una demanda de 6 carrocerías de panel, 2 carrocerías esmaltada, 1 carrocería de esmaltada modificada y 2 carrocerías de panel modificadas. En el mes de marzo hubo 11 carrocerías de panel,

3 carrocerías esmaltada, 1 estándar y 1 de panel modificada. Por último, en el mes de abril una demanda 9 carrocerías de panel, 5 carrocerías esmaltadas y 2 carrocerías de plywood.

En la tabla 6 se mostrará la cantidad de carrocerías ordenadas, según las dimensiones, durante los primeros meses del año 2019.

Nota: La dimensión es la referencia que la empresa tiene para especificar las órdenes, utilizando el largo de la carrocería.

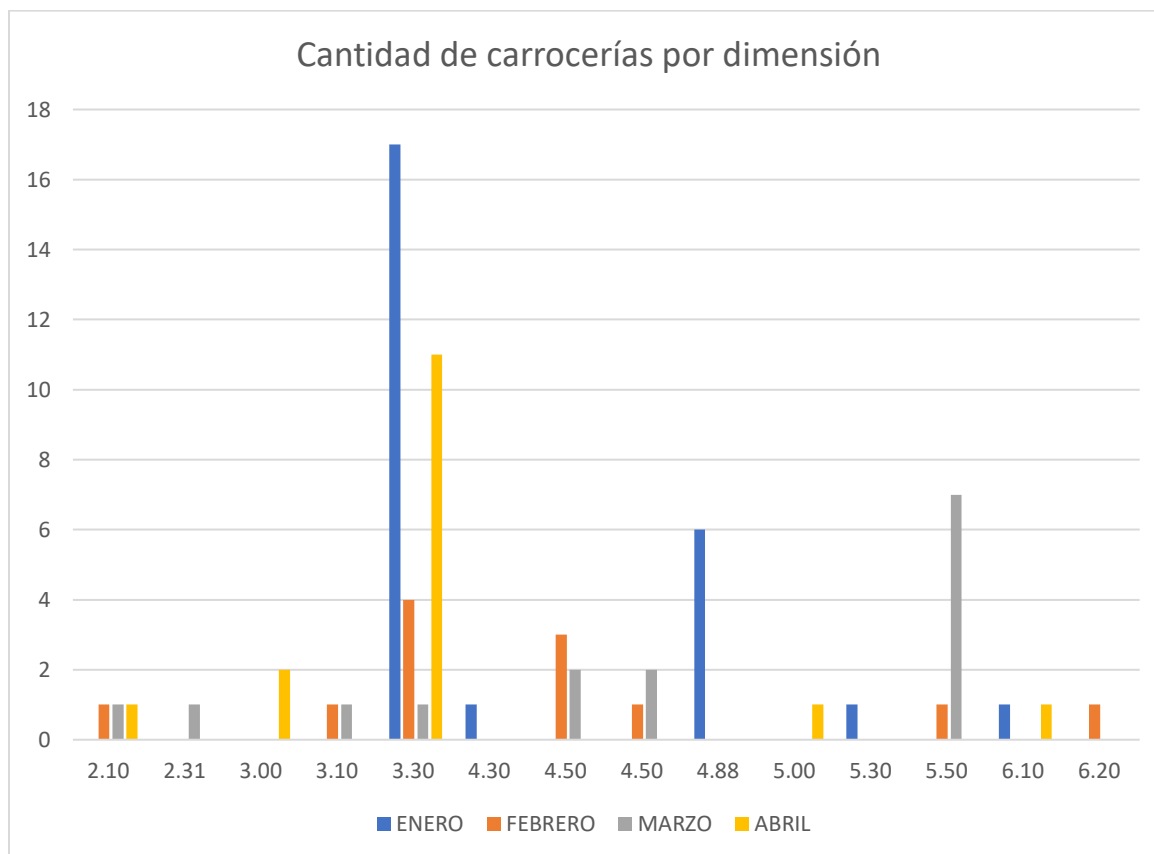
Tabla 6. Cantidad de carrocerías ordenadas por dimensiones

LARGO DE CARRO CERÍA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	TOTAL
2.10 metros	0	1	1	1	3
2.31 metros	0	0	1	0	1
3.00 metros	0	0	0	2	2
3.10 metros	0	1	1	0	2
3.30 metros	17	4	1	11	33
4.30 metros	1	0	0	0	1
4.50 metros	0	3	2	0	3
4.50 metros	0	1	2	0	3
4.88 metros	6	0	0	0	6
5.00 metros	0	0	0	1	1
5.30 metros	1	0	0	0	1
5.50 metros	0	1	7	0	8
6.10 metros	1	0	0	1	2
6.20 metros	0	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta de manera gráfica la figura 11 que corresponde al análisis de la demanda de carrocerías por dimensión, cuyas medidas son por metros de largo, por ejemplo; la primera dimensión corresponde a 2,10 metros de largo.

Figura 1. Cantidad de carrocerías secas ordenadas por dimensión



Fuente: Elaboración propia

Según los análisis realizados como lo muestra la figura 11, indica que, basado en las dimensiones por carrocería, predomina aquella cuya dimensión corresponde a 3,30 metros de largo. Obteniendo como resultado durante el mes de enero una demanda de 17 órdenes. Para el mes de febrero hubo 4 órdenes, en el mes de marzo y abril 11 órdenes.

En resumen, sumando el total de las órdenes de carrocerías con la dimensión de 3,30 metros de largo se obtiene como resultado 33 carrocerías.

4.3.1 Determinación del tamaño de la muestra

Según los análisis realizados de los datos de las carrocerías, se calcula el número de la muestra del estudio de tiempo. La muestra n se va a determinar para cada etapa durante la elaboración de carrocerías secas de panel.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: Libro “método de estándares y diseño del trabajo” (13 edición)

Para determinar el número de muestra se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se realiza una toma de tiempos predeterminado de cinco observaciones para cada etapa.
2. Determinar $\sum x^2$ (sumatoria de cada dato al cuadrado)
3. Determinar $\sum (x)^2$ (sumatoria de todos datos al cuadrado)
4. Determinar $\sum x$ (sumatoria de los datos)
5. La constante se mantiene tal cual se muestra, representada con el número 40 (indica que se utiliza un nivel de confianza del 95%)

De acuerdo con el análisis realizado en la tabla 6 se evidencia que la carrocería con mayor demanda durante el cuatrimestre corresponde a la dimensión de 3,30 metros de largo, por ende, se evaluará dicha carrocería.

La tabla 7 muestra el resultado del tamaño de la muestra para cada etapa durante la elaboración de carrocerías secas de panel de dimensión de 3,30 metros de largo. Los

cinco tiempos son tomados preliminarmente para saber cuántas observaciones más se deben realizar por cada etapa, para ello se utiliza el instrumento llamado cronómetro.

Tabla 7 Cálculo de muestra n

Descripción del elemento	1	2	3	4	5	Σx^2	Σx	n
Corte de tubos	30	33	30	33	34	5134	160	4
Soldadura de chasis	315	309	321	300	324	492723	1569	1
Soldadura piso	330	366	360	330	327	588285	1713	4
Ensamble de caratula	447	480	450	486	453	1074114	2316	2
Instalación de puertas	141	146	135	144	140	99700	706	1
Pintar piso	78	72	78	75	81	29538	384	3

Fuente: Elaboración propia.

Basado en los resultados obtenidos en la tabla anterior se debe de realizar cuatro tomas más de tiempo en corte de tubos, una más en soldadura de chasis, cuatro más en soldadura de piso, dos en ensamble de carátula, una en instalación de puertas y, por último, se debe de realizar tres tomas más de tiempo para pintar piso.

4.3.2 Análisis de tiempos de la muestra en estudio para carrocerías secas de panel

La tabla 8 muestra el resultado del tiempo estándar en conjunto de las demás observaciones que indicaba la tabla 7 de fabricación de carrocerías secas de panel de 3,30 metros de largo. Se obtiene como resultado el tiempo estándar es de 1549 minutos por carrocería.

V: valoración de ritmo de trabajo

Tabla 8 Tiempo estándar de fabricación de carrocerías

Descripción del elemento	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo promedio	Tiempo Básico	SUPL %	Tiempo Estándar	Porcentaje
Corte de tubos	100%	30	33	30	33	34	33	30	29	31	31,5	31,5	20%	37,8	2%
Soldadura de chasis	100%	315	309	321	300	324	312				313,5	313,5	27%	398,1	23%
Soldadura piso	100%	330	366	360	330	327	326	333	324	327	335,9	335,9	29%	433,3	25%
Ensamble de caratula	80%	447	480	450	486	453	483	450			464,1	371,3	22%	453,0	34%
Instalación de puertas	80%	141	146	135	144	140	137				140,5	112,4	20%	134,9	10%
Pintar piso	100%	78	72	78	75	81	80	77	72		76,6	76,6	20%	91,9	6%
TOTAL											1362,1			1549	100%

Fuente: Elaboración propia

4.4 Cálculo de tiempo básico y tiempo estándar.

Según los datos analizados de los elementos que componen el proceso de fabricación de carrocerías secas de panel, se realiza el cálculo del tiempo básico con la siguiente fórmula:

V: Valoración

$$T.B = T_{prom} \times \frac{V}{100}$$

Para llevar a cabo este cálculo se utiliza la tabla británica de valoración al trabajador.

Esta indica lo siguiente:

Tabla 9. Escala de valoración del ritmo de trabajo

0	Actividad nula
50	Muy lento
75	Contante
100	Ritmo tipo, activo
125	Muy rápido
10	Excepcionalmente rápido

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar del proceso se calcula utilizando la siguiente fórmula:

Supl: Suplemento

$$TE = (TB \cdot \sum (\text{Supl})) + TB$$

Los suplementos se calculan utilizando la tabla de medición propuesta por la OIT, que se muestra a continuación:

Ilustración 1. Suplementos de trabajo

	H	M		H	M
1. Suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos (inclusive).		
- Suplemento por necesidades personales	5	7	- Buena ventilación o al aire libre.	0	0
- Suplementos básicos por fatiga.	4	4	- Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas.	5	5
Total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	5
2. Suplemento variables añadidas al suplemento básico por fatiga.			F. Tensión visual	0	0
A. Suplemento por trabajar de pie.	2	4	- trabajos de cierta precisión	2	2
B. Suplemento postura anormal			- Trabajos de precisión o fatigosos	5	5
- Ligeramente incómoda	0	1	- Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.		
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva	0	0
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	2	2
C. Levantamiento por pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar).			- Intermitente y fuerte	3	3
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg).			- Intermitente y muy fuerte.	5	5
2,50	0	1	- Estridente y fuerte		
5,00	1	2	H. Tensión mental	1	1
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	4	4
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida.	8	8
12,50	4	6	- Muy complejo		
15,00	6	9	I. Monotonía mental	0	0
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	1	1
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	4	4
22,50	12	18	- Trabajo monótono		
25,00	14	-	J. Monotonía física	0	0
30,00	19	-	- Trabajo algo aburrido	2	1
40,00	33	-	- Trabajo aburrido	5	2
50,00	58	-	- Trabajo muy aburrido.		
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado.	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

Fuente: Introducción al estudio del trabajo.

La tabla 10 muestra la comparación que existe entre minutos trabajados vs carrocerías producidas. Se obtuvo como resultado que al mes se realizan 7 carrocerías, lo cual indica que no se está cumpliendo con la meta establecida por la empresa que es de 10 carrocerías al mes, entonces este se vuelve el principal problema que afecta a la empresa, ya que concentra un faltante de 3 carrocerías.

Cabe destacar que el horario es de 10 horas laborales que va de lunes a viernes de 7:00a.m a 5:00 p.m. y semana por medio de lunes a sábado de 7:00 a.m a 1:00p.m. Teniendo en la primer semana 42,5 horas (2550 min) efectivas y la segunda 48,5 horas (2910) efectivas, ya que tienen una hora de almuerzo, 15 minutos de desayuno y 15 de café.

Tabla 10. Comparación de minutos vs carrocerías producidas

	Semana #1	Semana #2	Semana #3	Semana #4	Total de minutos	Carrocerías producidas	Meta	Faltante
Minutos efectivos	2550	2910	2550	2910	10920	7	10	3

Fuente: Elaboración propia

Según los datos tomados de la tabla anterior se toma el tiempo estándar como referencia, para realizar la conversión entre minutos efectivos con respecto a las carrocerías producidas quedando de la siguiente manera:

$$10920 \div 1549 = 7,04$$

4.6 REPORTE DE HORAS EXTRAS DURANTE EL CUATRIMESTE

En la tabla 12 se muestra el promedio de horas que se trabaja por cada mes. Las horas extras son producto de retrasos de pedido, por lo cual debe de realizar un límite de seis horas extras mensuales para poder entregar los pedidos.

Por lo tanto, se incurre en un gasto de ₡ 431.640 por cuatrimestre. Se detalla que un soldador especializado gana por hora ₡1690 y un operario ₡ 1435 la hora, sin cargas sociales.

Tabla 11: Reporte de horas extras del cuatrimestre

Operarios	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total de horas	Total por cuatrimestre	Total al año
Ensamblador de carátula	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Ensamblador de carátula	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Ensamblador de carátula	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Ensamblador de carátula	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Ensamblador de carátula	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Cortador de tubos	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Cortador de piso	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Cortador de piso	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Soldador	6	6	6	6	24	€40 560	€121 680
Soldador	6	6	6	6	24	€40 560	€121 680
Soldador	6	6	6	6	24	€40 560	€121 680
Ensamblador de puerta	6	6	6	6	24	€34 440	€103 320
Total	72	72	72	72		€431 640	€1 294 920

Fuente: Elaboración propia

4.7 CONCLUSIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL

Según los datos analizados, se puntualiza de manera general los factores más destacados que presentan una mayor importancia en el tiempo de producción de carrocerías secas de panel.

Lo cual indica los siguientes puntos:

- Problemas de método de trabajo: al no haber parámetros en el desarrollo del proceso y la nula toma de tiempos, hace que este se vuelva lento e improductivo. Además, la falta de planificación y un mal estudio de la distribución de los equipos de trabajo, retarda las actividades que más tiempo requieren; tales como: soldar estructura y ensamble de carátula.
- Desorden en el proceso: producto de la falta de controles durante el proceso y además de no tener una guía de trabajo estandarizada, hace que el proceso sea ocioso. También, la falta de coordinación para el manejo de grupo con respecto a las actividades a realizar y el uso de herramientas debidamente revisadas en buen estado.
- La empresa estimó una meta de 10 carrocerías mensuales, de las cuales solo están llegando a producir siete, lo que indica un faltante de tres carrocerías. Para producir una carrocería el tiempo estándar es de 1549 minutos y se requirió de 72 horas extras, mensuales que son alrededor de ₡107,910, lo cual registra al año ₡1,424,412 con cargas sociales.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se visualiza algunas de las posibles propuestas para solucionar los siguientes problemas analizados en el capítulo anterior:

1. Los altos tiempos requeridos entre las tres etapas que representa el 82%, de las cuales se dividen en: soldadura de chasis 23%, soldadura de piso 25% y ensamble 34%.
2. El tiempo estándar total de 1549 minutos por carrocería.
3. El incurrir en horas extras, lo que hace al año un total de 864 horas, gastando ¢ 1,424,412 con garantías sociales.

Según los análisis realizados en el capítulo cuatro, en la tabla número 5 se observa una demanda de 40 carrocerías secas de panel de 70 en total, durante el cuatrimestre, lo que genera un resultado de 57, 14% correspondiente a dicha carrocería. Posteriormente, en la tabla número 6 se muestra un movimiento de órdenes por dimensiones, en cual se indica que la carrocería con mayor solitud corresponde a la de 3,30 metros de largo.

Bajo estas observaciones, se procede a realizar un estudio para proponer la estandarización del proceso de fabricación de carrocerías secas de panel 3,30 metros de largo.

5.1 Solución número 1: Implementación de estandarización el proceso.

Esta propuesta busca ordenar el proceso de fabricación de carrocerías, mejorando el tiempo en las seis estaciones de trabajo, lo que busca un crecimiento del proceso para obtener una mejora continua y así poder ayudar a los operarios en el proceso productivo. Con esto el operario tendrá una noción de cómo realizar las actividades correctamente.

5.1.1 Propuesta de implementación de estandarización del proceso de carrocerías secas de panel.

La propuesta que a continuación se mostrará, tiene como finalidad mejorar el proceso de la fabricación de carrocerías secas de manera ordenada.

Buscando un mejor rendimiento tanto en el proceso como en los operarios, haciendo el proceso estructurado llevando a cabo cada operación con las debidas especificaciones obteniendo un control en las operaciones.

En el anexo 6.1 se evidencia la propuesta a realizar sobre la estandarización del proceso de carrocerías secas de panel de 3,30 metros de largo.

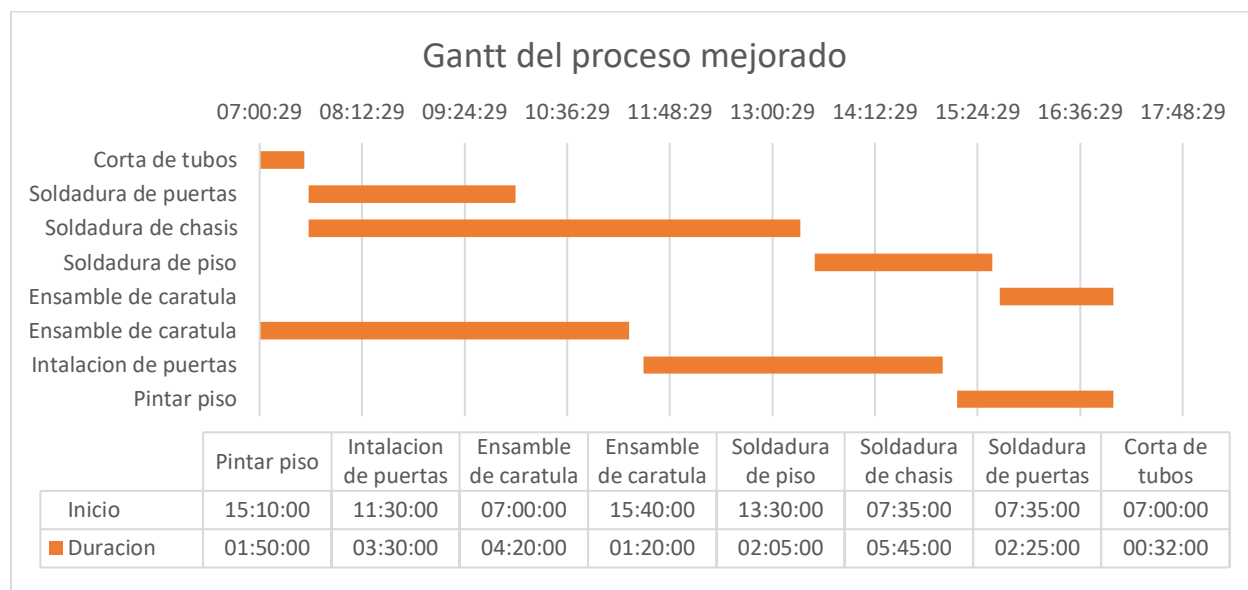
5.2 Solución número 2: Propuesta cambiar la distribución del grupo de trabajo.

En el cuarto capítulo se evidencia que uno de los problemas que afecta el proceso es los grupos de trabajo no aptos, esto quiere decir que, de los dos grupos de trabajo encargados de ensamble de carátula, uno de cada grupo solo tiene un operario calificado. Para ello, se investigó por medio de visitas a la planta y entrevistas a los operarios del área de fabricación de carrocerías secas y se obtuvo que sí hay operarios calificados para optar por una mejor distribución del equipo de trabajo.

La propuesta consiste en realizar cambios en los grupos de trabajo de la siguiente manera.

Por medio de la figura 13 se mostrará un diagrama de Gantt de cómo desarrollar el proceso ordenadamente.

Figura 11. Diagrama de Gantt del proceso mejorado



Fuente: Elaboración propia

Se inicia con la corta de tubos a las 7:00 a.m., esa actividad es realizada por un solo operario, luego el operador encargado se soldar las puertas inicia su labor a las 7:31 a. m, y termina aproximadamente a las 10:00 a.m. Una vez haya terminado, le debe ayudar al operario encargado de soldar el chasis y piso, dicha actividad inicia a las 7:30 a.m., ambas actividades se estiman que terminan a las 15:30 p.m.

Posteriormente, se procede al ensamble de la carátula. Para realizar esta actividad se asociarán dos operarios calificados, esto para que las operaciones sean combinadas y no se pierda tiempo, ya que ambos pueden tomar decisiones acerca de los trabajos a realizar. La actividad iniciará a las 15:40p .m y terminará el siguiente día a las 11:20 a.m.

Al final, se realizan las dos últimas etapas. La primera inicia a las 11:30 a.m. con la instalación de puertas y termina a las 15:30 p.m., he inmediatamente se procede a pintar el piso, iniciando a las 13:31 p.m. y se termina a las 17:00 p.m.

Además, se realizará una toma de tiempos con un grupo de trabajo, donde ambos operarios sean calificados. Para respaldar esta propuesta, se comparará los tiempos anteriores del proceso actual vs la modificación en el grupo de trabajo.

A continuación, se puede observar la comparación del modelo actual vs el nuevo

Tabla 12. Comparación de tiempos promedio actual vs tiempos promedio modificado

N° de Elementos	Descripción del elemento	Tiempo promedio Actual (Minutos)	Tiempo de mejora (Minutos)
1	Corte de tubos	31,5	31,5
2	Soldadura de chasis	313,5	270
3	Soldadura de piso	335,9	115
4	Ensamble de carátula	464,1	327
5	Instalación de puertas	140,5	141
6	Pintar piso	76,6	76,6
	Total	1362,1	961,1

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Solución número 3: Propuesta hoja de verificación de actividades

Esta propuesta es basada en el análisis del capítulo IV, en el cual indica el desorden que hay en las actividades y la falta de control en los tiempos de producción.

La hoja de verificación tiene como finalidad que el jefe de planta tenga un control sobre las estaciones de trabajo, de manera que pueda comprobar el ritmo de trabajo de los operarios.

También controlará las causas más frecuentes que puedan presentar los operarios, durante los diferentes procesos de fabricación de carrocerías y así mejorar continuamente el proceso.

Esta hoja de verificación será utilizada por el jefe de planta, en caso de que el jefe no se encuentre, lo realizará el encargado de calidad. Se ejecutará por medio del programa de Excel, así la empresa no incurrirá en gastos de papel.

En el anexo 6.14 se mostrará el instructivo para seguir debidamente los pasos para completar la información requerida.

Ilustración 2. Tabla de verificación

Sistemas Refrigerados I.Z S.A						
Control de actividades						
Número de Ordenes:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fecha de Inicio:	<input type="text"/>					
Fecha de Fin:	<input type="text"/>					
Operaacion	1 Día	2 Día	3 Dia	4 Día	5 dia	6 día
Corte de tubos	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
soldadura de puestas y marco	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
soldadura de chasis	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
soldadura de piso	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Ensamble de caratura y detalles	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
sikado	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Instalación de puertas	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Pintado de piso	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Marque con una x si presento algun problema durante el proceso						
Falta de herramientas	<input type="checkbox"/>					
Atrasos de materiales	<input type="checkbox"/>					
Herramientas inadecuadas	<input type="checkbox"/>					
Especificaciones incorrectas en orden	<input type="checkbox"/>					
Corte incorrectos	<input type="checkbox"/>					

Fuente: Elaboración propia

5.4 Solución número 4: Propuesta de plan de acción.

El plan de acción propuesto tiene como finalidad dar solución a las causas más susceptibles, basado en el diagrama de Pareto. En el anexo 6.15 se muestra la metodología del plan de acción.

Tabla 13. Propuesta de plan de acción.

	Causa	Solución
1	Herramientas dañadas (remachadora, andamios y compresor)	Realizar un mantenimiento periódico semanalmente. Capacitar a los operarios en el uso correcto de remachadoras. Inculcar una cultura de responsabilidad y orden con las herramientas.
2	Falta de comunicación	Realizar una reunión de 15 minutos con los operarios antes de iniciar las actividades y organizar los equipos de trabajo.
3	Falta de capacitación	Realizar un grupo de trabajo calificado para que capacite a los demás operarios. Capacitar a todos los operarios en el uso de herramientas y corte de piezas metálicas. Capacitar al jefe de planta a manejo y control de operaciones.
4	Falta de coordinación	Elegir a un encargado por grupo de trabajo que delegue indicaciones. Que el jefe de planta se haga las siguientes preguntas: ¿Cómo se va a realizar la orden de trabajo? ¿Quiénes lo van a realizar?

		<p>¿Cuánto tiempo se demorará?</p> <p>Con estas preguntas el jefe de producción mantendrá una coordinación directa con quienes se encargan de cada orden de trabajo.</p>
5	Falta de planificación	<p>Reunir cada semana al encargado de planta y gestión de proyectos a realizar una estructuración de las órdenes por producir y el procedimiento para ejecutarlas correctamente.</p> <p>Que el jefe de planta revise detalladamente las órdenes de trabajo antes de producirlas. Detallando quienes se encargan y cómo lo realizarán.</p>
6	Vestuario inadecuado	Utilizar camisa estilo gabacha de mecánico con dos bolsas en los lados. Solo para los de ensamble de carátula
7	Desechos de cortes sin un lugar adecuado	Establecer un lugar adecuado para los desechos, en el cual se dividan en sobrantes de desechos y sobrante reciclable.

Fuente: Elaboración Propia

5.5 BENEFICIOS DE LAS PROPUESTAS

5.5.1 Mejora del tiempo de producción

Según el estudio de tiempos realizado en el capítulo IV se muestra que el tiempo estándar de elaboración de una carrocería seca de panel es de 1549 minutos. Por ende, si se lleva a cabo las soluciones propuestas, el tiempo puede mejorar en un 29%. Con ello, la empresa tendrá mejor rendimiento y cumplirá la meta.

En la tabla 13 se muestra el porcentaje de mejora que se puede llegar si se llevan a cabo cada una de las propuestas.

Tabla 13: Mejora de tiempos del proceso

# Elementos	Descripción del elemento	Tiempo promedio	Porcentaje de mejora	Tiempo de mejora
1	Corte de tubos	31,5	0%	31,5
2	Soldadura de chasis	313,5	14%	270
3	Soldadura de piso	335,9	66%	115
4	Ensamble de carátula	464,1	30%	327
5	Instalación de puertas	140,5	0%	141
6	Pintar piso	76,6	0%	76,6
	Total	1362,1		961,1

Fuete: Elaboración propia

Con la implementación de las propuestas se mejorará el tiempo de producción de carrocerías secas y se podrá alcanzar la meta de 10 carrocerías mensuales, además de hacer una carrocería más, por medio de la estandarización, ya que ordenará el proceso y los operarios seguirán las especificaciones requeridas de cómo elaborar una carrocería

desde su inicio hasta el final. Lo cual hará más fácil el entender del proceso y mejorará la calidad del producto.

También, por medio de la hoja de verificación, habrá un control en cada una de las etapas, lo cual hará que el jefe tenga un control de las actividades y los requerimientos que la misma establece; así con ello mejorará considerablemente el proceso, ya que logrará tener un control del tiempo por etapa y puntualizar aquellos problemas que se enfrentan y así corregirlos, logrando una mejora continua en el proceso.

Por otra parte, el plan de acción será de gran ayuda, pues ordenará el área de trabajo y aquellas falencias reportadas por los operarios, esto contribuye a un mejor desarrollo del proceso y una comunicación adecuada que llevará a la empresa a cumplir sus metas.

Los beneficios son para ambas partes, tanto para el sector administrativo como los operarios; lo que hará que sea más rentable, mejorará sus habilidades, sus conocimientos y agilidad en las labores diarias del proceso, haciéndolo más completo y llevando a cabo un pronóstico del tiempo requerido.

Por lo tanto, tener control de las actividades y poder planificar la producción es uno de los beneficios más importantes, a partir de ahí se logrará que el proceso desarrolle satisfactoriamente e incursionará en nuevas formas de trabajo más eficientes, además que fortalecerá la cultura de los trabajadores.

5.5.2 Eliminación de horas extras

Actualmente se trabajan 42,5 horas efectivas en la semana uno y 48,5 horas efectivas la semana dos, esto debido al horario implementado.

Asimismo, con la implementación de las propuestas, se generará una disminución del tiempo a un 29%. Si comparamos el tiempo requerido para fabricar una carrocería con respecto al tiempo invertido, se logrará llegar a la meta de 10 carrocerías al mes.

En la tabla 15 y 16 respectivamente, se muestra la comparación del actual vs al implementado, lo que indica que se solventaría el faltante y se produciría una carrocería de más.

Tabla 14. Comparación de horas activas con respecto a la producción mensual actualmente.

	Semana #1	Semana #2	Semana #3	Semana #4	Total de minutos	Carrocerías producidas	Meta	Faltante
Minutos efectivos	2550	2910	2550	2910	10920	7	10	3

Fuete: Elaboración propia.

Tabla 15. Comparación de minutos efectivos con respecto a la producción mensual propuesta.

	Semana #1	Semana #2	Semana #3	Semana #4	Total de minutos	Carrocerías producidas	Meta	Faltante
Minutos efectivos	2550	2910	2550	2910	10920	11	10	-1

Fuente: Elaboración propia.

6.1 Inversión de la implementación

En la tabla 17 se detalla la inversión que deberá hacer la empresa para la implementación de las soluciones.

Tabla 16: Costo de Implementación

Causas	Propuesta	Desglose	Costo	Total
Falta de comunicación. Falta de capacitación falta de planificación	1.Estandarización del proceso.	30 horas de análisis impresión de 12 hojas a ¢50 cada una 1 hora de explicación del Ing, 1 hora entre los 12 operarios	¢ 103000+ ¢ 7200 + ¢ 3460 + ¢ 17985	¢131645
Dejar el trabajo por hacer otra cosa	2. Hoja de verificación de actividades.	Análisis de los puestos de trabajo 5 horas Análisis de actividades 3 horas por parte del Ing a 3460 la hora.	¢17300 + ¢10380	¢27 680
Grupos de trabajo no apto	3. Cambiar la distribución del equipo de trabajo.	Impresión de 360 hojas a ¢50 cada una Análisis de situación y creación de la hoja 4 horas.	¢ 18000 + ¢ 13840	¢31 840

Herramientas dañadas	4. Plan de acción	Realizar un mantenimiento periódico, 1 hora a la semana Comprar lubricante y grasa. Capacitar en mantenimiento y uso de herramientas	$\text{C}\$ 1460$ + $\text{C}\$ 14860$ + $\text{C}\$120000$	$\text{C}\$136\ 320$
Falta de comunicación	4. Plan de acción	Realizar una reunión de 15 minutos con los operarios antes de iniciar las actividades y organizar los equipo de trabajo	$\text{C}\$3\ 505$	$\text{C}\$3\ 505$
Falta de capacitación	4. Plan de acción	Realizar un grupo de trabajo calificado para que capacite a los demás operarios. 3 horas de análisis por parte del jefe de planta Capacitar al jefe de planta a manejo y control de operaciones. 2 horas por parte de un Ing.	$\text{C}\$ 5100$ + $\text{C}\$ 6920$	$\text{C}\$12\ 020$
Falta de coordinación	4. Plan de acción	Elegir a un encargado por grupo de trabajo que delegue indicaciones.	$\text{C}\$6\ 920$	$\text{C}\$6\ 920$

		2 horas de análisis		
Falta de planificación	4. Plan de acción	Reunir cada semana al encargado de planta y gestión de proyectos 1 hora Utilizar hojas de planificación y control de la producción en Excel. 5 horas entre análisis y creación por parte del Ing. Industrial	<p>₡ 5848</p> <p>+</p> <p>₡ 17 300</p>	₡23 150
Vestuario inadecuado	4. Plan de acción	Camisa estilo gabacha de mecánico con dos bolsas en los lados. Solo para los de ensamble de carátula 15 X	₡127 500	₡127500
Desechos de cortes sin un lugar adecuado	4. Plan de acción	Análisis de localización de los desechos. 4 horas por parte del Ing	₡13 840	₡13 840
Total				₡514 420

Fuente: Elaboración propia

6.1.1 Costo total de la inversión

Tabla 17. Costo de la inversión

Descripción	Costo	Costo Total
Propuesta 1: Estandarización del proceso	¢131 645,00	¢131 645,00
Propuesta 2: Cambiar distribución de grupo de trabajo	¢27 680,00	¢27 680,00
Propuesta 3: hoja de verificación	¢31 840,00	¢31 840,00
Propuesta 4: plan de acción	¢323 255,00	¢323 255,00
Total		¢ 514 420,00

Fuente: Elaboración propia

La inversión del proyecto es de **¢514 420** (Quinientos catorce mil cuatrocientos veinte colones).

6.1.2 Beneficios de la inversión

Al aplicar las propuestas expuestas en este proyecto, se concluyó que la inversión es de **¢514 420**, si tomamos en cuenta que por año se paga **¢ 1,424,412** en horas extras, la empresa se ahorraría ese dinero. Además de producir una carrocería más al mes en el mismo tiempo que tiene actualmente, se lograría un aumento de la productividad.

Por lo tanto, en cuatro meses se recuperaría la inversión con la fabricación de la carrocería de más. Aumentando su ganancia al producir más a un menor tiempo.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.2 Conclusiones

- Se realizó un análisis del proceso utilizando el diagrama de flujo y el operaciones, el cual identificó 21 operaciones, dos inspecciones y dos operaciones combinadas. Las cuales se dividen en seis etapas para el proceso, estas son:
 1. Corta de tubos
 2. Soldadura de chasis
 3. Soldadura de piso
 4. Ensamble de carátula
 5. Instalación de puertas
 6. Pintado de piso.
- Se realizó un estudio de tiempos que permitió determinar el tiempo estándar que es de 1549 minutos por carrocería.
- Para reducir el tiempo de fabricación se implementó la estandarización del proceso, así como las soluciones a las causas indicadas en la figura 9 del diagrama de Pareto, el cual detalla qué alrededor de 11 elementos representan el 80% del tiempo del proceso.
- Al combinarse las cuatro propuestas para la solución del problema, se logró reducir el tiempo en un 29%, lo cual pasó de 1362 minutos, el tiempo promedio a 961 minutos, de los cuales la etapa dos correspondiente a la soldadura de chasis, representa un 23%, se logró una mejora del 14%. La etapa 3 de soldadura de piso representa en un 25% y se logró una mejora del 66% y en la etapa 4, el ensamble representa el 35% del tiempo, se mejoró en un 30%.
- Al realizar todas las mejoras se logró llegar a la meta que eran 10 carrocerías, además de hacer una carrocería más al mes, eliminado las horas extras, lo que consigue un ahorro de **₡ 1,424,412** al año.

6.2 Recomendaciones

- A nivel administrativo es importante que se reúnan y realicen un focus group entre el jefe de planta y gerencia, para desarrollar una matriz que permita una mejor panificación.
- A nivel de planta se recomienda implementar el método de 5´s, el cual hará una mejor organización, limpieza, seguridad e higiene dentro de la planta.
- Realizar un inventario de las herramientas que más uso tiene y un mantenimiento preventivo, esto para que los operarios no pierdan tiempo buscando herramientas por toda la planta.
- Realizar un análisis de motivación a los operarios, ya que la motivación dentro de una empresa hace que tenga un mejor desarrollo y confianza en el entorno laboral.
- Crear un grupo de whatsapp de trabajo en que los operarios puedan ser escuchados y comunicar ideas o problemas presentes durante el proceso productivo.
- Realizar un plan de reciclaje en la cual los sobrantes se dividan por tipo de material y medida de largo.

BIBLIOGRAFÍA

Aiteco Consultores. (21 de marzo de 2015). Obtenido de Aiteco Consultores: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

Bersbach, P. (2009, octubre 27). El primer paso del DMAIC. Panamá. Disponible en: <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/uncategorized/the-first-step-of-dmaic-%E2%80%93define/>

Bolaños, E. (2012). Muestra y Muestreo. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de http://www.uaeh.edu.mx/docencia/ Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf

Cuatrecasas, L(2017). Ingeniería de procesos y planta. 1°ed.Barcelona: Ed. Profit

Dorio, I., Sabariego, M., y Massot, I. (2004). “Características generales de la investigación cualitativa”. En R. Bisquerra (Coord.). Metodología de la investigación educativa (pp. 204-219). Madrid: La Muralla.

Franco, A “Procedimiento de muestreo”. Revista de ciencia de la educación.2015.26:155-164.

Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2008): Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2da edición. Editorial McGraw Hill, México.

Niebel. B & Freivals. A (2009). Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. México D.F: McCRAW-HIL.

Quesada Castro, M., & Villa Arenas, W. (2007). “Estudio del trabajo”. Primera edición. Editorial Textos Académicos.

Wright, Paul H. Introduction to engineering. Ed: John Wiley (1989) Ferrer Durá, R.
Teoría, Dirección

ANEXOS

6.1 Anexo. Propuesta de estatización del proceso para carrocería seca de panel, dimensión de 3,30 metros.

Código: F- CS-01	Versión: 01
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo	
Fecha de aprobación: 03/1/19	
Revisado por: Hazel Rojas Rojas	Firma:
Aprobado por: Hazel Rojas Rojas	Firma:
Elaborado por: Marianela rojas Murillo	Página 1 de 15

1. Propósito

Establecer un procedimiento de guía para la elaboración de carrocerías de panel secas de dimensión de 3,30 metros de largo.

2. Definiciones

Estandarización: son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito.

Largueros: Viga de acero, hormigón armado o madera encargada de soportar cargas concentradas en puntos aislados a lo largo de su longitud; también llamado travesaño

Soldadura: es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material (generalmente metales o termoplásticos).

Angulares: Producto no plano de sección transversal formada por dos alas de igual longitud en ángulo recto.

Cenejas: pieza de aluminio que cubre los borde de las paredes.

Siner: (desengrasante): Es un disolvente inorgánico muy volátil de alto poder de limpieza en todo tipo de superficies. Sirve para preparar las partes a tratar, sacando previamente la humedad ocluida, suciedad, grasa, etc. por medio de su rápida evaporación

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

3. Responsables:

Gerente General: GG

Jefe de Producción: JP

4. Procedimiento:

4.1 Propuesta de estandarización del proceso para carrocería seca de panel, dimensión de 3,30 metros.

La estandarización consiste en documentar el proceso de carrocerías secas desde su inicio hasta el final de manera clara que cualquier operario pueda entender y tenga el conocimiento para identificar los materiales necesarios para llevar acabo las respectivas tareas a ejecutar.

4.1.1 Guía para corte de tubos para chasis.

* Dicha actividad será realizada por el operario encargado de corte.

Materiales para utilizar:

- Cinta métrica
- Escuadra de metal
- Tubo de metal 2x4 y 2x3, calibre 1.8.
- Máquina tronzadora con disco de corte de metal de 14 pulgadas

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

4.1.2 Corte de largueros: 2 largueros por cada chasis.

- Se realiza el corte de dos piezas cada una con tubo de 2x4 con un largo de 3,30 metros realizando un corte 45°grados en uno de sus extremos.

Posteriormente se realizará el corte de 8 piezas, tubo 2x4, y un largo de 1,992 metros, corte de 90°en cada extremo del tubo:

- Se corta 8 piezas del mismo largo cada una. Cada pieza será cortada con un largo de 1,992 metros.

Luego se realiza el corte de una pieza, tubo 2x3 con un largo de 1,992 metros.

- Se realiza el corte de la pieza con un largo de 1,992 metros, a 90° grados.

4.1.3 Corte de tubo para marco de puertas traseras: se utiliza tubo 2x3 y 2x4

- Cortar 2 piezas con un largo de 1,925 metros, tubo 2x3.
- Cortar 1 pieza con un largo de 2 metros, tubo 2x4, posteriormente se realiza un corte especial a 45° grados en uno de sus extremos, con las siguientes indicaciones como lo muestra la imagen:

4.1.4 Corte de puerta lateral.

Materiales:

- Tubo de 1x1, calibre 1.5

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- Tubo de 1x2, calibre 1.8
- Tubo de 4x1, calibre 1.5

Realizar 2 cortes de tubo 1x1 de 162,5 centímetros de largo.

Realizar 2 corte de tubo 1x2 de 79,5 centímetros de largo.

Realizar 2 cortes de tubo 4x1 de 74,5 centímetros de largo.

* Todos los cortes a 90°

4.1.5 Corte de puertas traseras.

Materiales:

- Tubo de 1x1, calibre 1.5
- Tubo de 1x2, calibre 1.8
- Tubo de 4x1, calibre 1.5

Realizar 2 cortes de tubo 1x1 de 170,5 centímetros de largo.

Realizar 2 cortes de tubo 1x2 de 90,2 centímetros de largo.

Realizar 3 cortes de tubo 4x1 de 85 centímetros de largo.

4.1.6 Guía para soldar chasis.

Materiales para utilizar:

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- 6 sargentos de carpintería (prensa)
- Cinta métrica
- Alicata tipo C
- Escuadra metálica
- Lámina de plywood de 2,22 metros de largo x 1,22 metros de ancho
- Un pañito de tela
- Desengrasante
- Máquina de soldar de tanque de oxígeno
- Mezcla de argón 20/80 (20% de oxígeno/ 80% de argón)
- Metabo
- Calculadora de ángulos
- Tubo 1x1 con un largo de 3,30 metros
- Molde de ancho de larguero
- Esmeril
- Pintura en espray para metal

4.1.7 Colocación de piezas verticales y largueros.

***Dicha actividad será realizada por el operario de soldadura**

- Se limpian con las piezas con el desengrasante.
- Primero se coloca la pieza de 2x3 de 1,992 metros horizontalmente. Posteriormente se colocan las 8 piezas de 2x4 de 1,992 metros a una distancia de 41 centímetros entre cada una.

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- Una vez colocadas todas las piezas se marca la primer y última pieza de la estructura, se mide la mitad de cada una trazando una línea recta a lo ancho del tubo como referencia al centro.
- Se coloca la lámina de plywood sobre las piezas para dar dirección a cada pieza, una vez bien colocada la lámina su prensa con los sargentos, luego se calcula las diagonales con la calculadora, midiendo el ancho por el largo, el resultado será la diagonal que tendrá la estructura, ambas diagonales deben ser iguales.
- Se suelda una pequeña pincelada para amarrar la estructura y retirar la lámina.
- Teniendo las piezas correctamente colocadas se suelda un tubo de 1x1 de 3,30 metros a 20 centímetros del borde vertical de la estructura, esto para ajustar las piezas y que no se mueven.
- Se colocan los largueros de tubo 2x4 con medida de 3,30 metros cada uno con corte 45° grados, con la medida anteriormente realizada del centro en cada una de las primeras piezas, se coloca el molde según las especificaciones y se procede a soldar los largueros sin que se muevan, ambos largueros son sujetados con los sargentos.
- Una vez colocados todas las piezas se sueldan las demás piezas.
- Aplicar pintura espray sobre la marca de la soldadura.

4.1.8 Colocación de aletones.

1. Primero se realiza un corte donde ira la puerta lateral. De la siguiente manera:
 - Se realiza un corte de 45° de 2,3 centímetros del vértice de la pieza de 2x4, en ambos extremos de la pieza inicial. Se corta el área sombreada de azul.

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

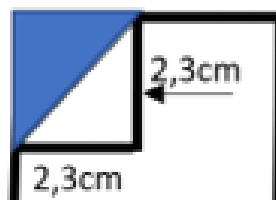


Ilustración 3: corte de tubo de 2x4

- Se realiza el siguiente corte a las piezas número 2 y 3.
- Se recortará la parte sombreada de azul, como lo indica la imagen

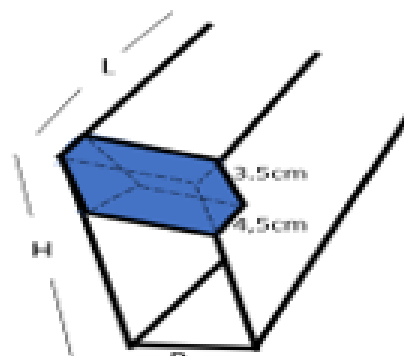


Ilustración 4: Corte especial de tubo para chasis

2. Colocar los aletones en los bordes de la estructura, utilizando presas se ajustarán a la estructura y se soldara en cada pieza del chasis.
3. Colocar la moldura en el espacio donde llevaría la puerta lateral. La misma debe medir 82 centímetros de largo.

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

4.1.9 Soldar piso

- Colocar 2 piezas de hierro de punta de diamante sobre el chasis de la carrocería
- Soldar la estructura al piso en cada pieza de la estructura a 30 centímetros.

4.1.10 Soldar marco de puerta trasera en el chasis

- Se coloca el marco sobre el chasis en el límite de la estructura, según el espacio indicado.
- Soldar el marco a la estructura.

4.1.11 Ensamble de caratula

***Dicha actividad será realizará por los operarios encargados de ensamble.**

Materiales para utilizar:

- 10 paneles enteros
- 2 corte de panel de 30 centímetros cada uno
- Remachadora
- Taladros
- Brocas números 132
- Pegamento (Sika)

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

4.1.12 Colocación de paredes

- Se aplica pegamento al primer panel adhiriéndose al marco.
- Colocar tres paneles en cada lado sobre el piso entre el aletón, luego se coloca un corte de panel de 30 centímetros en cada lado.
- Se realiza un agujero con un taladro broca número 132 y luego se remacha teniendo en cuenta que quede con las medidas correctas...
- Se coloca dos paneles traseros para formar la pared que esta detrás de la cabina del camión.
- Se coloca un angular para sostener la pared lateral con la trasera
- Se coloca dos paneles para el techo.

4.1.13 Instalación eléctrica

Materiales a utilizar:

- Cable de color negro y rojo 8 metros de cada color
- Kuter navaja
- Teipe negro

4.1.14 Ensamble de caratula

Materiales para utilizar:

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- 5 perfiles
- Rejillas (tapas de perfil)
- Pegamento (Sika)
- Taladro
- Brocas número 132
- Remachadora
- Angulares
- Cenejas
- Cinta métrica
- Escuadra metálica de 50 centímetros
- Maso de hule
- Pañito de tela
- Desengrasante (Siner)
- Borde de grada
- Bota aguas
- Marcador

4.1.15 Colocación de angulares interiores.

- Se mide con una cinta métrica el interior de la carrocería en la parte superior.
- Se realiza el corte del angular con un metabo, dadas las medidas especificadas según el largo de la carrocería.
- Se colocan los angulares horizontales, con la remachadora se ajusta el angular con la pared lateral y el techo. El mismo se remacha cada 30 centímetros.

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- se colocan los angulares verticales ajustando la pared lateral con la frontal, el mismo se remacha cada 20 centímetros.

4.1.16 Colocación de perfiles verticales de 2 metros de largo.

- Colocar pegamento al perfil, luego adherirlo entre la pared lateral y la pared delantera, quedando a nivel con la pared superior.
- Se realiza 6 agujeros al perfil distribuidos a una distancia de 33 centímetros, en cada lado.
- Se remacha cada agujero.
- Se coloca una rejilla por cada perfil, a presión y se golpea con un mazo de hule hasta quedar sin relieves
- Se repite el mismo proceso en el otro extremo.

4.1.17 Colocación de perfil horizontal frontal de 1,87 metros de largo.

- Realizar dos agujero al perfil frontal de la siguiente manera: usar taladro con broca número 132 medir de la esquina 15 centímetros de cada extremo.
- Aplicar pegamento al perfil horizontal frontal con una medida de 1,87 metros de largo.
- Colocarlo en la parte superior y adherirlo entre el techo y la pared frontal.
- Realizar tres agujeros a lo largo del perfil a una distancia entre cada uno de 60 centímetros cada uno.
- Remacharlo en el lugar donde se realizó el agujero.
- Aplicar pegamento sobre cada remache.

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- Colocar rejilla de 1,87 metros de largo, utilizando el mazo de hule se golpea hasta quedar sin relieves.

4.1.18 Colocación de perfiles horizontales laterales de 3,23 metros de largo.

- Se aplica pegamento a lo largo del perfil de 3,23 metros de largo.
- Colocarlo en la parte superior y adherirlo entre el techo y la pared lateral.
- Realizar 7 agujeros con el taladro con broca número 132.
- Remachar en el lugar donde se realizó el agujero.
- Aplicar pegamento sobre cada remache.
- Colocar rejilla de 3,23 metros de largo, utilizando un mazo de hule se golpea hasta quedar sin relieves.

4.1.19 Colocación de codo uno en cada extremo.

- Hacer más grandes los agujeros del codo, con un taladro, broca número 132.
- Colocar el codo en la esquina y señalar con un marcador los orificios.
- Hacer los agujeros donde están marcados.
- Aplicar pegamento al codo y ponerlo en la esquina.
- Remachar en los orificios del codo.

4.1.20 Colocación de esquineros uno en cada extremo.

- Se hacen 4 orificios con el taladro al esquinero, de la siguiente manera:

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- A 3 centímetros centro de la base horizontal y 1 centímetro centro vertical, a 10 centímetros de largo entre los mismos.
- Se aplica pegamento al esquinero y se remacha según los orificios.
- Se repite el proceso para el esquinero del otro extremo.
- Se limpia el pegamento con un pañito de tela con desengrasante (siner)

4.1.21 Colocación de ceneja frontal.

- Se corta con un metabo la ceneja a 1,865 metros de largo.
- Se aplica pegamento a la ceneja, se remacha, el primer remache se realiza a 6 centímetros el borde, el segundo 50 centímetros del anterior y el último remache a 52 centímetros del segundo remache.
- Se coloca la rejilla de igual mediada que la ceneja, se coloca a presión la rejilla sobre la ceneja.
- Con un mazo de hule se le dan golpes hasta quedar sin relieves.

4.1.22 Colocación del bota agua en la puerta lateral

- Se coloca el bota aguas a una distancia de 2,5 pulgadas del marco de la puerta. El mismo debe tener una mediada de 90 centímetros de largo.
- Se hacen 3 orificios cada 30 centímetros y posteriormente se remacha.

4.1.23 Colocación del bota agua trasero

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- Se aplica pegamento y se colocar el bota agua sobre el marco de las puertas traseras.
- Se remacha en las esquinas y el centro.

4.1.24 Instalación de luces traseras superior

- Se coloca una bombilla a cada extremo de del marco de la puerta trasera. Siguiendo la siguiente especificación: 1,5 pulgada del borde inferior horizontal y 5 centímetros del borde vertical.
- Luego se colocan las bombillas frontales con las mismas especificaciones de las traseras
- Colocación de las lampara del centro
- Colocación del interruptor en la señal indicada.

4.1.25 Pintado de piso

* Dicha actividad será realizada por le encargo de pintado u operario con conocimiento del mismo.

Materiales:

- Chocha de 4 pulgadas
- Pintura negra anticorrosiva ½ galon
- Rodillo de mano
- Pistola de pintar
- Cinta de maquin
- Siner (desegrazante)
- Paquito de tela

Código: F- CS-01	Versión: 01	
Nombre: Procedimiento para fabricación de carrocería secas de panel de 3,30 metros de largo		

- **Papel periódico**

Este proceso se lleva a cabo una vez terminada la carrocería, se limpia el piso, se pega masquin en todo el borde junto al papel periódico. Con una brocha se pinta los cotados y luego con el rodillo se pinta el resto del piso.

Por último con la pistola de pintar se retoca el marco y parte que lo necesiten.

5. Control de Cambios

Fecha	Versión	Descripción del cambio con respecto a la versión anterior
01/03/19	01	Creación del documento

6.2 Anexo. Cálculo del tiempo básico

$$TB = T_{\text{prom}} * \frac{V}{100}$$

$$31,5 * \frac{100}{100} = 31,5$$

$$313,5 * \frac{100}{100} = 313,5$$

$$335,9 * \frac{100}{100} = 336$$

$$464,1 * \frac{80}{100} = 371$$

$$140,5 * \frac{80}{100} = 112$$

$$76,6 * \frac{100}{100} = 77,6$$

6.3 Anexo. Cálculo del tiempo estándar

$$(TB * \Sigma(\text{supl})) + TB$$

$$(31,5 (20\%)) + 31,5 = 37,8$$

$$(313,5 (27\%)) + 313,5 = 398,1$$

$$(335,9 (29\%)) + 335,9 = 433,3$$

$$(371,3 (22\%)) + 371,3 = 453,0$$

$$(112,4) + 112,4 = 134,9$$

$$(76,6 (20\%)) + 76,6 = 91,9$$

6.4 Anexo. Cálculo de la muestra por elemento

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

1. Elemento 1 corte de tubos

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40 \sqrt{5(5134) - ((160)^2)}}{160} \right) = 4$$

2. Elemento 2 soldadura de chasis

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40 \sqrt{5(492723) - ((1569)^2)}}{1569} \right) = 1$$

3. Elemento 3 soldadura de piso

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40 \sqrt{5(588285) - ((1713)^2)}}{1713} \right) = 4$$

4. Elemento 4 ensamble de caratula

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40 \sqrt{5(1074114) - ((2316)^2)}}{2316} \right) = 2$$

5. Elemento 5 instalación de puerta

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40\sqrt{5(99700) - ((706)^2)}}{706} \right) = 1$$

6. Elemento 6 pintar piso

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40\sqrt{5(29538) - ((384)^2)}}{384} \right) = 3$$

6.5 Anexo. Cálculo de toma de tiempos para la muestra n

Descripción del elemento	1	2	3	4	5	Σx^2	Σx	n
Corte de tubos	30	33	30	33	34	5134	160	4
Soldadura de chasis	315	309	321	300	324	492723	1569	1
Soldadura piso	330	366	360	330	327	588285	1713	4
Ensamble de carátula	447	480	450	486	453	1074114	2316	2
Instalación de puertas	141	146	135	144	140	99700	706	1
Pintar piso	78	72	78	75	81	29538	384	3

6.6 Anexo.Tabla resumen de toma de tiempos

Descripción del elemento	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo promedio	Tiempo Básico	SUPL %	Tiempo Estándar	Porcentaje
Corte de tubos	100%	30	33	30	33	34	33	30	29	31	31,5	31,5	20%	37,8	2%
Soldadura de chasis	100%	315	309	321	300	324	312				313,5	313,5	27%	398,1	23%
Soldadura piso	100%	330	366	360	330	327	326	333	324	327	335,9	335,9	29%	433,3	25%
Ensamble de caratula	80%	447	480	450	486	453	483	450			464,1	371,3	22%	453,0	34%
Instalación de puertas	80%	141	146	135	144	140	137				140,5	112,4	20%	134,9	10%
Pintar piso	100%	78	72	78	75	81	80	77	72		76,6	76,6	20%	91,9	6%
TOTAL											1362,1			1549	100%

6.7 Anexo. Tabla de valoración norma británica.

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹ (km/h)
60-80	75-100	100-133	0-140 % Norma británica.		
0	0	0	0	Actividad nula	
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100 Ritmo tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio.	8
120	150	200	140	por largos períodos; actuación de "virtuoso", sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

¹Velocidad de marcha comparable; partiendo del supuesto de un operario de estatura y facultades físicas medias, sin carga, que camine en línea recta por terreno llano y sin obstáculos

6.8 Anexo. Tabla de Suplementos

	H	M		H	M
1. Suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos (inclusive)).		
- Suplemento por necesidades personales	5	7	- Buena ventilación o al aire libre.	0	0
- Suplementos básicos por fatiga.	4	4	- Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas.	5	5
Total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	5
2. Suplemento variables añadidas al suplemento básico por fatiga.			F. Tensión visual	0	0
A. Suplemento por trabajar de pie.	2	4	- trabajos de cierta precisión	2	2
B. Suplemento postura anormal			- Trabajos de precisión o fatigosos	5	5
- Ligeramente incómoda	0	1	- Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.		
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva	0	0
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	2	2
C. Levantamiento por pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar).			- Intermitente y fuerte	3	3
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg).			- Intermitente y muy fuerte.	5	5
2,50	0	1	- Estridente y fuerte		
5,00	1	2	H. Tensión mental	1	1
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	4	4
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida.	8	8
12,50	4	6	- Muy complejo		
15,00	6	9	I. Monotonía mental	0	0
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	1	1
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	4	4
22,50	12	18	- Trabajo monótono		
25,00	14	-	J. Monotonía física	0	0
30,00	19	-	- Trabajo algo aburrido	2	1
40,00	33	-	- Trabajo aburrido	5	2
50,00	58	-	- Trabajo muy aburrido.		
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado.	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

6.9 Anexo. Entrevista general.

	Causas	Nunca 1 pts.	Poco frecuente 2 pts.	Frecuente 3 pts.	Muy frecuente 4 pts.	Siempre 5 pts.
1	Falta de herramientas					
2	Variedad en el proceso					
3	Remachadoras dañadas					
4	Atrasos en bodega para entrega de materiales					
5	Falta de comunicación					
6	No hay capacitación					
7	Grupos de trabajo no aptos (solo uno conoce el proceso de los 3)					
8	Vestuario inadecuado					
9	Desechos de cortes sin un lugar adecuado					
10	Andamios dañados					
11	Falta de coordinación					
12	Compresor dañado					
13	Dejar el trabajo por ir hacer otra actividad					
14	Falta de planificación					
15	Desorden en el proceso					
16	Orden de proyecto con especificaciones incorrectas					

6.10 Anexo. Entrevista a operario número 1

Odilio

Causas	Nunca 1 pts	Poco frecuente 2 pts	Frecuente 3 pts	Muy frecuente 4 pts	Siempre 5 pts
Falta de herramientas			X		
Variación en el proceso		X			
Remachadoras dañadas				X	
Atrasos en bodega para entrega de materiales		X			
Falta de comunicación					X
No hay capacitación					X
Grupos de trabajo no aptos (solo uno conoce el proceso de los 3)			X		
Vestuario inadecuado			X		
Desechos de cortes sin un lugar adecuado			X		
Andamios dañados				X	
Falta de coordinación			X		
Compresor dañado				X	
Dejar el trabajo por ir hacer otra actividad					X
Falta de planificación					X
Desorden en el proceso			X		
Orden de proyecto con especificaciones incorrectas				X	

6.11 Anexo. Entrevista a operario número 2

Juan Pablo

Causas	Nunca 1 pts	Poco frecuente 2 pts	Frecuente 3 pts	Muy frecuente 4 pts	Siempre 5 pts
Falta de herramientas			X		
Variedad en el proceso		X			
Remachadoras dañadas				X	
Atrasos en bodega para entrega de materiales		X			
Falta de comunicación					X
No hay capacitación					X
Grupos de trabajo no aptos (solo uno conoce el proceso de los 3)			X		
Vestuario inadecuado			X		
Desechos de cortes sin un lugar adecuado				X	
Andamios dañados			X		
Falta de coordinación					X
Compresor dañado				X	
Dejar el trabajo por ir hacer otra actividad				X	
Falta de planificación					X
Desorden en el proceso			X		
Orden de proyecto con especificaciones incorrectas			X		

6.12 Anexo. Entrevista a operario número 3

Jimmy

Causas	Nunca 1 pts	Poco frecuente 2 pts	Frecuente 3 pts	Muy frecuente 4 pts	Siempre 5 pts
Falta de herramientas			X		
Variedad en el proceso			X		
Remachadoras dañadas				X	
Atrasos en bodega para entrega de materiales			X		
Falta de comunicación					X
No hay capacitación					X
Grupos de trabajo no aptos (solo uno conoce el proceso de los 3)				X	
Vestuario inadecuado					X
Desechos de cortes sin un lugar adecuado					X
Andamios dañados				X	
Falta de coordinación					X
Compresor dañado			X		
Dejar el trabajo por ir hacer otra actividad					X
Falta de planificación					X
Desorden en el proceso				X	
Orden de proyecto con especificaciones incorrectas			X		

6.13 Anexo. Hoja de verificación

Sistemas Refrigerados I.Z S.A						
Control de actividades						
Número de Ordenes:						
Fecha de Inicio:						
Fecha de Fin:						
Operaacion	1 Día	2 Día	3 Dia	4 Día	5 dia	6 día
Corte de tubos	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
soldadura de puestas y marco	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
soldadura de chasis	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
soldadura de piso	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Ensamble de caratura y detalles	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
sikado	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Instalación de puertas	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Pintado de piso	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:	Inicio: Fin:
Marque con una x si presento algun problema durante el proceso						
Falta de herramientas						
Atrasos de materiales						
Herramientas inadecuadas						
Especificaciones incorrectas en orden						
Corte incorrectos						



6.14 Anexo. Instructivo de hoja de verificación

Instructivo para llenar hoja de verificación de actividades

Encargado # 1: Jefe de planta.

Encargado # 2: Inspector de calidad.

Pasos a seguir:

1. Se enciende el ordenador.
2. En la pantalla del escritorio, se mostrará una carpeta con el nombre de “Hoja de verificación de actividades”, posteriormente se presiona con doble click sobre la carpeta.
3. Abrir el icono de  Excel y llenar en los espacios indicados, con letra calibre número 11.
4. Una vez terminado, se guarda la información en el ícono mostrado 
5. Se cierra la página.

6.15 Anexo. Metodología de plan de acción.

Metodología de plan de acción

Procedimiento para seguimiento de mantenimiento de herramientas

Encargados: Jonathan Gutiérrez, Minor Paniagua

Actividades:

1. Revisar las herramientas: andamios, remachadora, compresor y máquina de soldar.
2. Limpieza genera.
3. Identificar daños, en caso de haber se realiza el reborde al jefe de planta.
4. Solicitar a bodega los instrumentos y materiales necesarios para proceder con el arreglo y el mantenimiento correspondiente.

Horario: Semanal

Descripción:

Los viernes de cada semana de 4:00 p.m. a 5:00 p.m.

Metodología de capacitación

Responsable de la capacitación: Ingeniera

Temas: Uso de herramientas, manejo y control de operaciones.

Personal Involucrado:

Operario encargado de corte #1

Operarios encargados de ensamble #2, #3 y #4

Jefe de planta

Horario 1: jueves de la primera semana del mes XXX, HORA: 4:00 p.m. a 5:00 p.m. (para operarios).

Horario 2: martes de la primera semana del mes XXX, HORA: 1:00 p.m. a 2:30 p.m. (para jefe de planta)

Procedimiento:

1. En la oficina del gerente se realizará la capacitación.
2. Se realizará un llamado, con ocho días de antelación, a la capacitación de los operarios número 1,2,3 y 4 y al jefe de planta.
3. Impartir la capacitación con el tema de uso de herramientas, dirigido a los operarios 1,2,3 y 4.
4. Impartir la capacitación con el tema manejo y control de operaciones, dirigido al jefe de planta.

Proceso a seguir para la falta de comunicación

Solución:

Realizar una reunión de 15 minutos con los operarios, antes de iniciar las actividades y organizar los equipos de trabajo.

¿Cómo se llevará a cabo?

El jefe de planta se reunirá en su cubículo, en conjunto con los operarios a cargo, durante 15 minutos, iniciando a las 7:15 a. m, con el fin de organizar el día de trabajo.

Proceso a seguir para desechos de cortes sin un lugar adecuado

Personal a cargo: operarios de ensamble

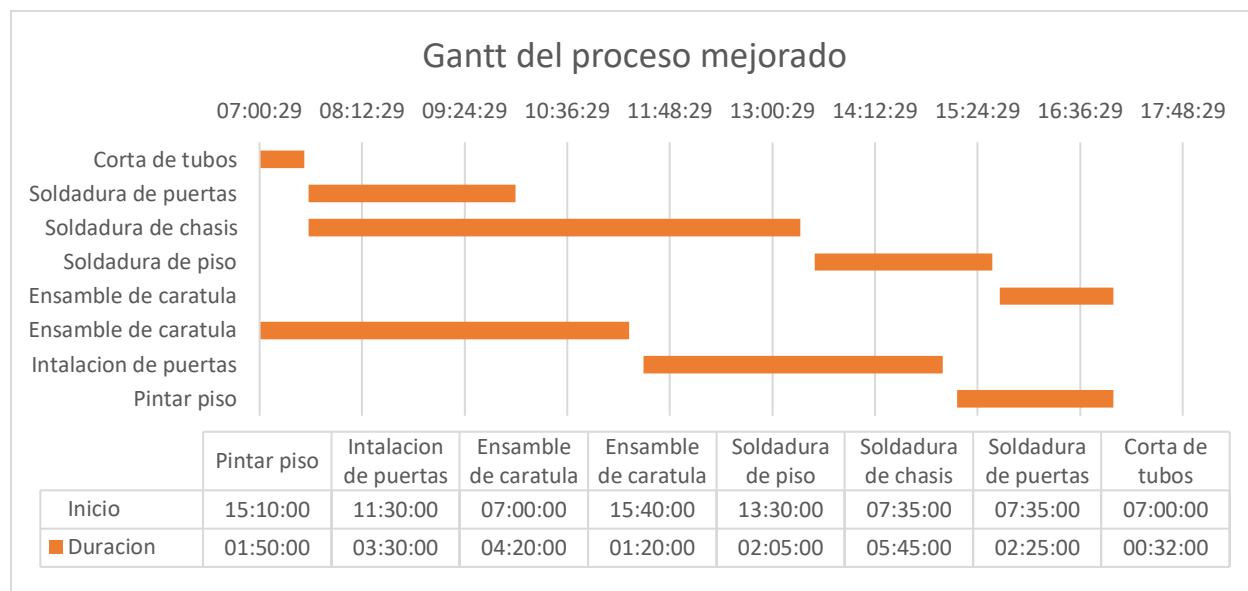
¿Cómo se realizará?: ordenar, según corresponda, el desecho en últimos 20 minutos de cada jornada, todos los días.

Proceso:

Se implementará en un lugar adecuado, ubicado en la salida trasera de la planta, en la cual se llevará aquellos desechos procedentes de materiales, cuyos cortes no se puedan utilizar (aquellos que midan menos de 1 metro de largo).

Los cortes mayores a un metro se enviarán a bodega para ser reutilizados.

Anexo 6.16. Propuesta del diagrama de Gantt del proceso



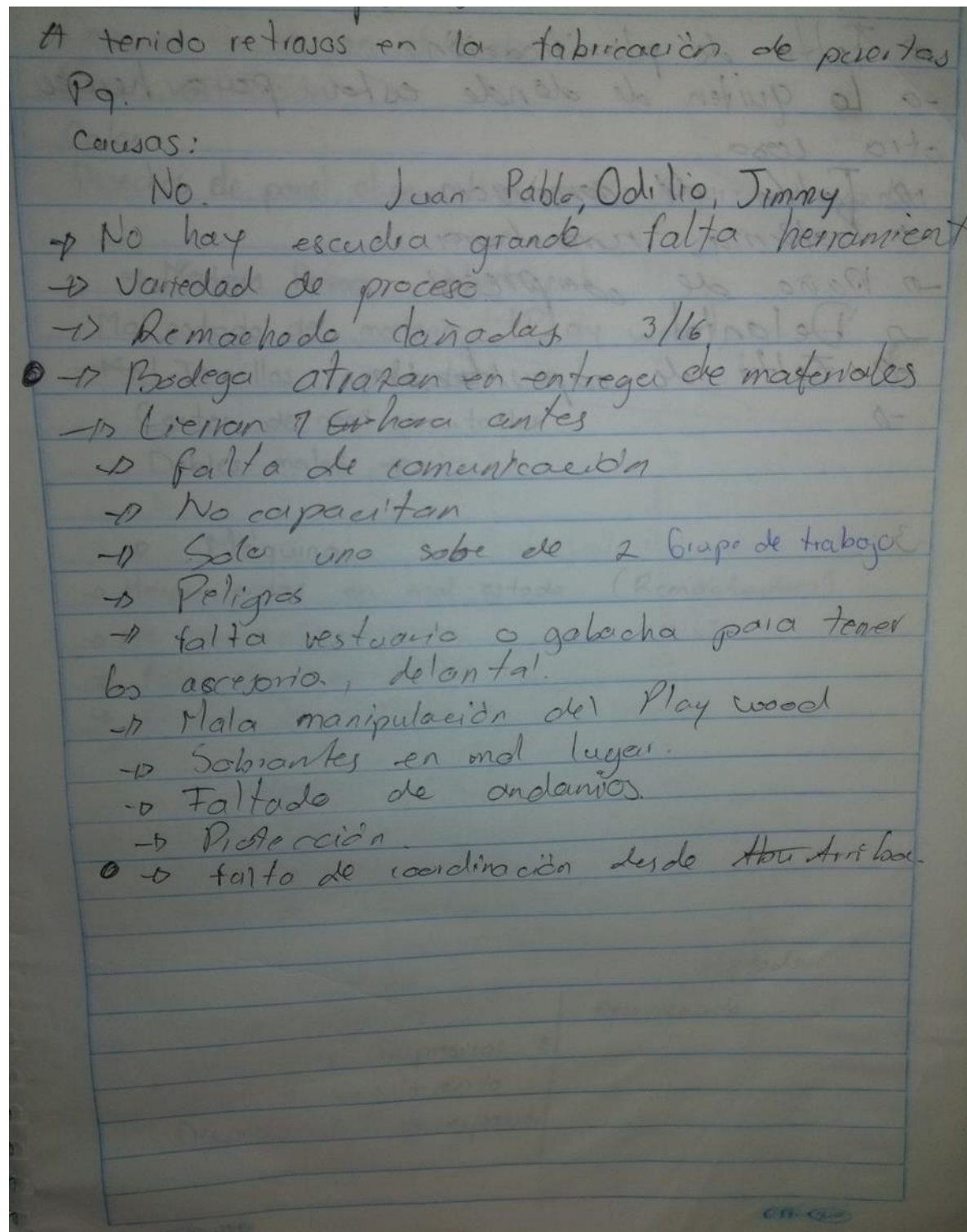
6.17 Anexo. Salario por jornada diurna, según el Ministerio de Trabajo

Soldador (soldaduras especiales)	TOE	¢ 13.530,38
Soldador en general	TOC	¢ 11.471,53
Bachiller universitario*	Bach.	¢ 553.124,45
Operador de máquinas en general	TOC	¢ 11.471,53

6.18 Anexo. Fotos del producto



Anexo 6.19: Evidencias de visitas a la planta



Mejorar el proceso
trazar una línea para pegar los cintos reflectivos

- > Falta de planificación
- > Lo quitando de donde está para hacer otra cosa.
- > Falta de comunicación.
- > Problema de rendición
- > Pánico de compromiso.
- > Delantal
- > Falta de capacitación
- >

3

Retraso en fabricación de carrocerías secas.

⇒ Ambiente

Desechos tirados en el suelo

Poca ventilación

Calor

Desechos de panel, aluminio en m. sin lugar adecuado

⇒ Materia Prima Material

Mal estado del materia (Play wood)

Mal Tornillos incorrectos

Cortes de mal ejecutados

Dobles malos →

⇒ Máquina

⇒ Herramientas en mal estado (Remachadora)

⇒ No hay mantenimientos

⇒ falta de herramientas

⇒ Desorden de herramientas.

Método Hombre

Falta de Planificación

falta de coordinación

falta de capacitación

Método

tiempos irregulares

mecanismos imprecisos

falta de conocimiento

Disponibilidad de espacio

Método

Desordenado

